

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-208074

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 6 T 15/00

H 0 4 N 13/02

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62

H 0 4 N 13/02

3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-9275

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月22日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 野山 英郎

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 加藤 誠

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 徳山 秀樹

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

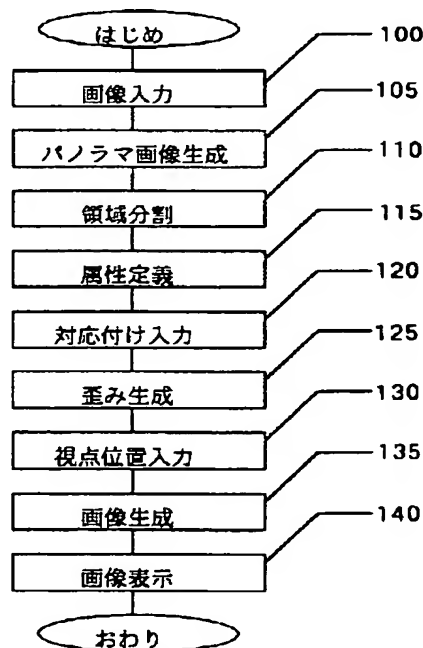
(54) 【発明の名称】 画像生成方法

(57) 【要約】

【課題】 少なくとも2つの異なる撮影位置で各々撮影して取り込んだ画像を用いて、想定した撮影位置で撮影した場合に得られるであろう画像を新たに生成する画像生成方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも2つの撮影位置で各々撮影して取り込んだ複数の画像から、各撮影位置を中心とした広角的な景色が写っている画像（パノラマ画像）を生成し、これらのパノラマ画像から、上記撮影位置間を結ぶ線分上に想定した撮影位置におけるパノラマ画像（中間パノラマ画像）を複数生成し、さらに、生成したこれらのパノラマ画像および中間パノラマ画像の各々から、必要な部分を切り出して組み合わせることで、上記撮影位置間を結ぶ線分外に想定した撮影位置で撮影して取り込んだ複数の画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像を生成する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つの異なる視点位置の各々について、該視点位置を中心とした広角的な景色が写っている画像（以下、「パノラマ画像」と称す。）を取得する処理と、  
 所望の視点位置で見た向きの各々について、該向きと同じ向きを見た部分の画像（以下、「部分画像」と称す。）を、この部分画像を含むパノラマ画像から切り取り、切り取った部分画像を組み合わせて、該所望の視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像を生成する処理とを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 2】 少なくとも 2 つの異なる視点位置の各々について、該視点位置でカメラの向きを一定の回転角度ごとにを変えて撮影して取り込んだ複数の画像を、これらの画像の重なり部分を互いに合わせるようにして、順に円筒モデルの表面に投影した画像（以下、「パノラマ画像」と称す。）を生成する処理と、  
 所望の視点位置で見た向きの各々について、該向きと同じ向きを見た部分の画像（以下、「部分画像」と称す。）を、この部分画像を含むパノラマ画像から切り取り、切り取った部分画像を組み合わせて、該所望の視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像を生成する処理とを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 3】 少なくとも 2 つの異なる視点位置の各々について、該視点位置を中心とした広角的な景色が写っている画像（以下、「パノラマ画像」と称す。）を取得する処理と、  
 取得したパノラマ画像から、各パノラマ画像に対応する視点位置を結ぶ線分上に想定した視点位置を中心とした広角的な景色が写るであろう新たなパノラマ画像（以下、「中間パノラマ画像」と称す。）を生成する処理と、  
 上記線分外に想定した視点位置を設定する処理と、  
 上記パノラマ画像および上記中間パノラマ画像の各々について、設定した視点位置で見た向きと同じ向きを該パノラマ画像または中間パノラマ画像に対応する視点位置で見た部分の画像（以下、「部分画像」と称す。）を、該パノラマ画像または中間パノラマ画像から切り取る処理と、  
 切り取った部分画像を組み合わせて、上記線分外に想定した視点位置を中心とした広角的な景色が写るであろう新たなパノラマ画像を生成する処理とを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 4】 少なくとも 2 つの異なる視点位置の各々について、該視点位置でカメラの向きを一定の回転角度ごとにを変えて撮影して取り込んだ複数の画像を、これらの画像の重なり部分を互いに合わせるようにして、順に円筒モデルの表面に投影した画像（以下、「パノラマ画像」と称す。）を生成する処理と、

像」と称す。）を生成する処理と、  
 生成したパノラマ画像から、各パノラマ画像に対応する視点位置を結ぶ線分上に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像（以下、「中間パノラマ画像」と称す。）を生成する処理と、  
 上記線分外に想定した視点位置を設定する処理と、  
 上記パノラマ画像および上記中間パノラマ画像の各々について、設定した視点位置で見た向きと同じ向きを該パノラマ画像または中間パノラマ画像に対応する視点位置で見た部分の画像（以下、「部分画像」と称す。）を、該パノラマ画像または中間パノラマ画像から切り取る処理と、  
 切り取った部分画像を組み合わせて、上記線分外に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像を生成する処理とを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の画像生成方法であって、上記円筒モデルの径は、  
 上記円筒モデルの表面に投影される 1 つの画像を挟む角度が、上記カメラの水平方向の画角と一致するようにして定められ、  
 上記カメラの回転角度は、  
 隣合う画像内に同じ物体が写るようにして定められることを特徴とする画像生成方法。

【請求項 6】 請求項 4 または 5 記載の画像生成方法であって、  
 上記中間パノラマ画像を生成する処理は、  
 上記パノラマ画像の各々について、  
 該パノラマ画像を、その中に写っている複数の物体の各々に相当する領域に分割する第 1 のステップと、  
 上記第 1 のステップで分割した領域ごとに、対応する視点位置からの距離の近さの順番を示す属性情報を定義する第 2 のステップと、  
 上記第 1 のステップで分割した領域ごとに、該領域の画像から、対応する視点位置と他のパノラマ画像に対応する視点位置との間を結ぶ線分上に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう中間パノラマ画像のうちの、該領域と同じ領域の画像を生成する第 3 のステップと、  
 上記第 3 のステップで生成した領域の画像を、上記第 2 のステップで定義した属性情報が示す順番で重畳合成して、上記中間パノラマ画像を生成する第 4 のステップとを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の画像生成方法であって、上記中間パノラマ画像を生成する処理は、  
 上記第 4 のステップで生成した中間パノラマ画像内に欠損した画素がある場合に、該欠損した画素の画素値を、その周囲に位置する画素の画素値を用いて補填する第 5 のステップをさらに有することを特徴とする画像生成方

法。

【請求項 8】請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 または 7 記載の画像生成方法であって、

上記部分画像を組み合わせて新たなパノラマ画像の一部を生成する処理は、

上記部分画像の各々について、該部分画像内の画素の平均明度値を求める第 1 のステップと、

上記部分画像の各々について、該部分画像内の各画素の画素値を、該部分画像内の画素の平均明度値が上記第 1 のステップで求めた平均明度値の中間値と一致するような値に補正する第 2 のステップとを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 9】請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 または 7 記載の画像生成方法であって、

上記部分画像を組み合わせて新たなパノラマ画像の一部を生成する処理は、

上記部分画像の各々について、該部分画像内の画素の平均明度値を求める第 1 のステップと、

隣合う 2 つの部分画像の組の各々について、これらの 2 つの部分画像の境界部に位置する画素の明度値を、上記第 1 のステップで求めた平均明度値の中間値に補正する第 2 のステップと、

上記 2 つの部分画像内の画素の各々について、該画素の明度値と上記第 2 のステップで補正した後の明度値との差分を求める第 3 のステップと、

上記 2 つの部分画像内の画素の各々について、上記境界部に位置する画素との間の距離に応じて、上記第 3 のステップで求めた差分の影響が少なくなるような値を求め、求めた値を該画素の画素値に加算する第 4 のステップとを有することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 10】少なくとも 2 つの異なる視点位置の各々について、該視点位置を中心とした広角的な景色が写っている画像（以下、「パノラマ画像」と称す。）と、仮想的な地図上の各座標値ごとに、該座標値を視点位置として、この視点位置を中心とした広角的な景色が写るであろうパノラマ画像を対応付け、さらに、これらのパノラマ画像ごとに、該パノラマ画像を構成する 2 つ以上の領域を対応付けた第 1 のテーブルと、

上記第 1 のテーブル中の領域ごとに、該領域の画像となる画像を切り取るべき実写パノラマ画像、および、この実写パノラマ画像から画像を切り取るべき領域を対応付けた第 2 のテーブルとを記憶しており、

上記座標値のうちの任意の座標値が指定されると、上記第 1 のテーブルおよび上記第 2 のテーブルを参照し、該座標値に対応するパノラマ画像にさらに対応する領域の各々について、該領域に対応する実写パノラマ画像の領域の画像を切り取り、切り取った画像を組み合わせることで、指定された座標値に対応するパノラマ画像を生成することを特徴とする画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、実写した画像を用いたプレゼンテーションシステム等のバーチャルリアリティシステムに係り、撮影した取り込んだ静止画像や動画像をディジタル化して扱う画像生成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】本発明に関連のある従来技術としては、以下の文献にその内容が報告されている。

【0003】(a) 「A Study on Image Editing Technology for Synthetic Sensation」, ICAT'94, 63~70 頁, University of Tokyo

この文献に報告されている技術は、ヴァーチャルリアリティのウォークスルー等における視点変更を実現するために、ビデオカメラに位置センサを取り付けておき、ビデオカメラで撮影するのと同時に、位置センサでビデオカメラの動きを計測し、ビデオカメラで撮影した画像と位置センサが計測した計測値（位置データ）とを同期させて記録するようにしている。そして、記録した画像をディジタル化し、ディジタル化した画像を、対応する位置データによって仕分けるようにしている。

【0004】そこで、画像の再生時には、希望の視点に近い複数の画像を検索し、検索したこれらの画像に幾何変換を加えた後で組み合わせて表示することで、視点変更を実現しており、中割り補間を行わないという内容である。

【0005】(b) 「View Interpolation for Image Synthesis (1993)」, Computer Graphics Proc., 279~288 頁, Apple Computer Inc.

この文献に報告されている技術は、バーチャルリアリティのウォークスルー等における視点変更の際に、Z-buffer 等の特別なハードウェアがないパソコンレベルで実現することを目的としたものであり、系統的な視点位置でレンダリングした CG 画像の集合（または、撮影された画像）を用い、予め準備してあるモーフィングの歪み関数を用いて、中間画像を作成する方法である。

【0006】(c) 「Epipolar-Plane Image Analysis: An Approach to Determining Structure from Motion (1987)」, International Journal of Computer Vision.1, 7~55 頁, Artificial Intelligence Center.

この文献に報告されている技術は、光軸が平行かつ等間隔になるように配置した多数のカメラで撮影した取り込んだ画像を用い、「エピポーラライン（画像を水平方向に切断する面）を撮影位置の順に並べたイメージを作ると、3次元空間上の点は、このイメージ上で直線になる。」という性質を利用したものであり、全ての点の軌跡を求めれば、代表的な位置のカメラ画像から中間画像を生成することができるという内容である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来技術においては、各々、以下のような問題点がある。

【0008】従来技術(a)は、画像の撮影と同時に、ビデオカメラの位置データを記録しておき、位置データに基づいて画像を組み合わせ、疑似的な視点変更の画像を作るものである。位置センサ等の、ビデオカメラの位置を計測するための特別な計測装置が必要になってくる。

【0009】また、従来技術(b)は、遠近感のほとんどない画像や、画像間の変化がほとんどないような画像を、多数用意しなければならず、物体同士の位置関係が変わったり、位置関係によって物体が見え隠れするような現象を考えていない。

【0010】詳しくは、従来技術(b)は、物体の位置が多少ずれた複数の画像を用いて、その中間画像を作成するものであり、この従来技術(b)を、情景を実写した画像に適用するためには、情景内に存在する物体同士の位置関係が崩れない範囲で撮影した画像を多数用意しなければならない。すなわち、視点を少しずつ変化させた多数の画像を用意するために、多視点から撮影しなければならない。

【0011】また、従来技術(c)は、規則的に配列した多数のカメラで撮影して取り込んだ画像を用いており、従来技術(a)のように、撮影時にカメラの位置データを記録する必要はないが、カメラが常に一定方向を向くように、カメラの位置を正確に調整する必要がある。また、カメラを規則的に動かしながら多数の画像を撮影しなければならない。カメラを規則的に移動するための特別な移動装置が必要になってくる。

【0012】そこで、本発明の目的は、実写した画像をベースにしたプレゼンテーションシステム等のバーチャルリアリティシステムにおいて、特別な装置を必要としたり、多数の画像を用意したりせずに、ウォークスルー等における視点変更を実現し、色々な視点位置での画像を観察することを可能とする画像生成方法を提供することにある。

【0013】すなわち、本発明が提供する画像生成方法は、少なくとも2つの異なる撮影位置で各々撮影して取り込んだ画像を用いて、想定した撮影位置で撮影した場合に得られるであろう画像を新たに生成することを可能とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、少なくとも2つの異なる視点位置の各々について、該視点位置でカメラの向きを一定の回転角度ごとに逐次変えて撮影して取り込んだ複数の画像を、これらの画像の重なり部分を互いに合わせるようにして、順に円筒モデルの表面に投影した画像(以下、「パノラマ画像」と称す。)を生成する処理と、生成したパノラマ画像から、各パノラマ画像に対応する視点位置を結ぶ線分上に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像(以下、「中間パ

ノラマ画像」と称す。)を生成する処理と、上記線分外に想定した視点位置を設定する処理と、上記パノラマ画像および上記中間パノラマ画像の各々について、設定した視点位置で見た向きと同じ向きを該パノラマ画像または中間パノラマ画像に対応する視点位置で見た部分の画像(以下、「部分画像」と称す。)を、該パノラマ画像または中間パノラマ画像から切り取る処理と、切り取った部分画像を組み合わせ、上記線分外に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう新たなパノラマ画像を生成する処理とを有することを特徴とした画像生成方法を提供するようにしている。

【0015】ここで、上記円筒モデルの径は、上記円筒モデルの表面に投影される1つの画像を挟む角度が、上記カメラの水平方向の画角と一致するようにして定められ、上記カメラの回転角度は、隣合う画像内に同じ物体が写るようにして定められるようにする。

【0016】このように、本発明の画像生成方法では、実際に撮影して取り込んだ複数の画像を、これらの画像が連続的に繋がったパノラマ画像を加工し、さらに、加工したパノラマ画像から中間パノラマ画像を生成するようにしている。そして、視点変更を行って新たなパノラマ画像を生成する際に、これらのパノラマ画像および中間パノラマ画像から切り取った部分画像を組み合わせるようにしている。

【0017】これにより、従来技術のように、取り込んだ画像そのものを組み合わせる必要がなくなるので、撮影時に計測装置を用いてカメラの位置を記録しなくても済むようになる。また、従来技術のように、移動装置を用いて撮影しなくても、少なくとも2つの視点位置で撮影するだけで済むようになる。さらに、パノラマ画像を用いていることで、視点の移動範囲や視線の方向についての制限が少なくなるので、最小限の撮影でウォークスルーの自由度を増すことができる。

【0018】なお、実際には、複数の部分画像を組み合わせる際に、これらの部分画像を、切り取ったパノラマ画像または中間パノラマ画像の視点位置に応じて拡大する必要が生じるので、部分画像を、短冊状の領域の画像であるようにすると、組み合わせが容易になる。

【0019】また、本発明の画像生成方法において、上記中間パノラマ画像を生成する処理は、上記パノラマ画像の各々について、該パノラマ画像を、その中に写っている複数の物体の各々に相当する領域に分割する第1のステップと、上記第1のステップで分割した領域ごとに、対応する視点位置からの距離の近さの順番を示す属性情報を定義する第2のステップと、上記第1のステップで分割した領域ごとに、該領域の画像から、対応する視点位置と他のパノラマ画像に対応する視点位置との間を結ぶ線分上に想定した視点位置で撮影して取り込んだ画像から生成されるであろう中間パノラマ画像のうち、の、該領域と同じ領域の画像を生成する第3のステップ

と、上記第3のステップで生成した領域の画像を、上記第2のステップで定義した属性情報が示す順番で重畳合成して、上記中間パノラマ画像を生成する第4のステップとを有するようにすることができる。

【0020】ここで、上記中間パノラマ画像を生成する処理は、上記第4のステップで生成した中間パノラマ画像内に欠損した画素がある場合に、該欠損した画素の画素値を、その周囲に位置する画素の画素値を用いて補填する第5のステップをさらに有するようにすることができる。

【0021】これにより、各物体に相当する領域の画像を独立に変形することができるようになる。すなわち、多数の物体が混在する画像を用いる場合でも、物体同士的位置関係が変わることによって起こる歪みが発生することはなく、こういった極端な局所歪みによって画質が低下するという現象を防ぐことができる。

【0022】なお、分割した領域の各々について、該領域とその他の領域とを区別するためには、該領域に固有のマスク値を与えるようにすればよい。

【0023】また、本発明の画像生成方法において、上記部分画像を組み合わせて新たなパノラマ画像の一部を生成する処理は、上記部分画像の各々について、該部分画像内の画素の平均明度値を求める第1のステップと、上記部分画像の各々について、該部分画像内の各画素の画素値を、該部分画像内の画素の平均明度値が上記第1のステップで求めた平均明度値の中間値と一致するような値に補正する第2のステップとを有するようにしたり、上記部分画像の各々について、該部分画像内の画素の平均明度値を求める第1のステップと、隣合う2つの部分画像の組の各々について、これらの2つの部分画像の境界部に位置する画素の明度値を、上記第1のステップで求めた平均明度値の中間値に補正する第2のステップと、上記2つの部分画像内の画素の各々について、該画素の明度値と上記第2のステップで補正した後の明度値との差分を求める第3のステップと、上記2つの部分画像内の画素の各々について、上記境界部に位置する画素との間の距離に応じて、上記第3のステップで求めた差分の影響が少なくなるような値を求め、求めた値を該画素の画素値に加算する第4のステップとを有するようにしたりすることができる。

【0024】これにより、複数の部分画像を組み合わせた際に、各部分画像の継ぎ目を滑らかに繋ぐことができるようになる。すなわち、最終的な出力画像に不自然な境界が発生するのを防ぐことができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0026】図3は本発明の画像生成方法を実施したコンピュータシステムの基本的なハードウェア構成を示すブロック図である。

【0027】図中、300は画像表示装置、310はマウス、320はスキャナ、330はカメラ、340はプロセッサ、350は記憶装置、360は高速バスである。

【0028】図3において、カメラ330は、被写体を撮影して静止画像または動画像を取り込むためのものであり、1台であっても複数台であってもよい。また、スキャナ320は静止画像を取り込むためのものである。

【0029】なお、カメラ330やスキャナ320によって取り込まれた画像がデジタルデータである場合は、該画像は、直接、記憶装置350に記録されるが、アナログデータである場合は、図示していないA/D変換装置を通してデジタルデータに変換された後、記憶装置350に記録される。

【0030】また、図3において、画像表示装置300は、カメラ330やスキャナ320によって取り込まれた画像や、本発明の画像生成方法によって生成された画像を表示するためのものである。

【0031】なお、後述するように、操作者は、画像を複数の領域に分割したり、画像間で特徴的な部分の対応付けを行う際に、対象とする画像を見ながら作業を進める必要があるため、画像表示装置300には、本発明の画像生成方法を実現するための画像処理の実行過程で生成される画像も表示されることとなる。

【0032】また、図3において、マウス310は操作者が各種指示を入力するためのものであり、例えば、操作者が画像間で特徴的な部分の対応付けを行う際に、コンピュータシステムと操作者との間の情報伝達媒体となる。

【0033】また、図3において、プロセッサ340は、記憶装置350に記憶されているデータやプログラムを用いて、本発明の画像生成方法を実現するための画像処理を実行するものである。

【0034】また、図3において、高速バス360は、これらの各ブロックを結合し、データ等を相互に転送する働きをするものである。

【0035】図4は記憶装置305上の記憶領域に確保される格納領域を示す説明図である。

【0036】記憶装置350上の記憶領域400には、入力した画像が格納される格納領域405と、これを加工した画像等が格納される格納領域410～445と、プログラムが格納されている格納領域450とが確保されている。

【0037】なお、各格納領域に格納される内容については、本発明に係る画像処理の説明と共に述べる。

【0038】図1は本発明の画像生成方法を実現するための画像処理の処理概要を示すフローチャートである。

【0039】さて、本発明に係る画像処理においては、まず、ステップ100で、画像を入力する。

【0040】詳しくは、ステップ100では、記憶装置

350上の記憶領域400に確保された格納領域405（図4を参照されたい。）に、入力した画像（入力画像）を格納する。

【0041】ここで、入力画像とは、デジタルカメラによって撮影して取り込んだデジタルデータであるものとし、デジタルカメラのレンズの中心とデジタルカメラの三脚の回転軸とが一致するようにして撮影がなされたものとする。そして、ステップ100では、同一位置でデジタルカメラの向きを一定の回転角度ごとに

変えて撮影して取り込んだ複数の画像を、順次入力する。

【0042】また、ステップ100では、画像の入力を少なくとも2回は行う。すなわち、少なくとも2つの異なる位置で各々撮影して取り込んだ2組の画像を入力する。

【0043】続いて、ステップ105で、ステップ100で入力した画像の組の各々について、該組に属する複数の画像を順に繋ぎ合わせ、1枚の画像の中に、デジタルカメラによる撮影位置を中心とした1周分の景色が写っているような広角的な画像（パノラマ画像）を生成

する。

【0044】詳しくは、ステップ105では、まず、図5に示すように、半径 $d$ （530）の円筒モデル500を仮定し、1つ目の入力画像である「写真1（510）」をこの円筒モデル500上に投影し、円筒モデル500の表面に「写真1（510）」を貼り付ける。この際の座標変換式は、（数1）によって表される。

【0045】

【数1】

$$x' = d \cdot \sin(\text{atan}(x/d))$$

$$y' = y \cdot x'/x = y/x \cdot (d \cdot \sin(\text{atan}(x/d)))$$

・・・（数1）

【0046】ここで、 $x$ 、 $y$ は、「写真1（510）」の平面上の座標であり、 $x'$ 、 $y'$ は、円筒モデル500上に投影したときの座標である。ただし、投影の中心は、円筒モデル500の重心 $O$ （円筒モデル500の中心軸540の中央）とし、「写真1（510）」の横方向の中央が円筒モデル500の表面に接しているものとする。

【0047】そして、2つ目の入力画像である「写真2（520）」についても、「写真1（510）」と同様の投影を行い、円筒モデル500の表面に「写真2（520）」を貼り付ける。このとき、「写真2（520）」と「写真1（510）」とは、デジタルカメラの向きを一定の回転角度だけ変えて撮影して取り込んだ画像であり、同じ景色が写っている部分が重なるようにして、「写真2（520）」の貼り付けを行う。

【0048】そこで、デジタルカメラの回転軸は、円筒モデル500の中心軸540に一致するようする必要

があり、デジタルカメラの回転角度は、隣合う画像内に同じ景色が写るような角度とする必要があり、また、円筒モデル500の半径 $d$ （530）は、円筒モデル500の表面に貼り付けられる1つの画像を挟む角度が、デジタルカメラの水平方向の画角と一致するような値とする必要がある。

【0049】同様に、3つ目の入力画像、4つ目の入力画像、…を、順に、円筒モデル500の表面に貼り付けていくことで、1組の入力画像から1つのパノラマ画像を生成することができる。

【0050】なお、パノラマ写真を撮るための専用装置（例えば、スリットカメラ）を用いることができれば、ステップ105を省くことができる。

【0051】また、本発明では、パノラマ画像を、デジタルカメラによる撮影位置を中心とした1周分の景色が写っているような画像としているが、この範囲が半周またはもっと小さい範囲であっても差し支えない。

【0052】このようにして、ステップ105では、少なくとも2つの異なる位置におけるパノラマ画像を各々生成し、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域410（図4を参照されたい。）に、生成したこれらのパノラマ画像を格納する。

【0053】続いて、ステップ110で、ステップ105で生成した複数のパノラマ画像の各々について、該パノラマ画像を、その景色の中に写っている物体に応じて、複数の領域の画像（領域画像）に分割する。

【0054】詳しくは、ステップ110は、例えば、特開平3-218581号公報に記載の「画像セグメンテーション方法」に述べられているように、画像の1次微分を利用し、操作者がマウス310から入力する指示に従って、選択的なエッジ抽出を行い、境界線を延長して物体を閉領域で囲むことによって実現することができる。

【0055】さらに、ステップ110では、分割した複数の領域画像の各々について、該領域画像内の各画素に、該領域画像を区別するためのマスク値を与え、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域415（図4を参照されたい。）に、マスク値を与えた後の複数の領域画像（マスク画像）を格納する。

【0056】このマスク画像は、例えば、図6の610に示すように、その各画素が、パノラマ画像600の各画素のデータ長と同じデータ長（例えば、8ビット）であるような、パノラマ画像600と縦横サイズが同じ画像であるようにすることができ、各画素のデータを、パノラマ画像600における各画素のデータ（RGBデータ）の代わりに、マスク値を示すデータであるようにすることができる。

【0057】そして、例えば、図6に示すように、パノラマ画像600が、室内を実写した入力画像の組から生成したパノラマ画像である場合は、ドア630が写って



いる領域画像650に対応するマスク値として「1」を与え、窓635が写っている領域画像655に対応するマスク値として「2」を与え、正面の壁640が写っている領域画像660に対応するマスク値として「3」を与え、観葉植物605が写っている領域画像665に対応するマスク値として「4」を与え、向かって右手の壁615が写っている領域画像670に対応するマスク値として「5」を与え、向かって左手の壁690が写っている領域画像645に対応するマスク値として「6」を与え、その他の領域画像685に対応するマスク値として「7」を与える。

【0058】続いて、ステップ115で、ステップ110で分割した複数の領域画像の各々に対して、後述するステップ135での重畳合成の順番を表す属性情報を定義する。

【0059】パノラマ画像が実写した画像から生成されている場合には、その中に写っている物体の位置には前後関係が生じているので、ステップ115では、属性情報として、各物体の撮影位置からの距離の近さを示す順番を定義するようにする。

【0060】そして、さらに、図6に示すように、ステップ110で与えたマスク値ごとに、該マスク値を与えた領域画像に対して定義した属性情報680を対応付けるための属性テーブル620を作成し、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域420（図4を参照されたい。）に、作成した属性テーブル620を格納する。

【0061】なお、図6に示した例では、領域画像ごとに異なるマスク値を与えているので、属性テーブル620において、撮影位置からの距離が同じ物体に対応する領域画像には、異なるマスク値であっても、同じ値の属性情報が定義されることとなっているが、撮影位置からの距離が同じ物体に対応する領域画像に、同じマスク値を与えるようにすれば、属性情報が重複することはない。

【0062】また、ここでは、領域の分割および属性情報の定義を操作者が行うようにしているが、撮影に使用するカメラが、その内部の各素子に書き込まれる画素値の奥行き情報を計測することが可能なカメラであるような場合には、計測された奥行き情報から、自動的に、領域の分割および属性情報の定義を行うようにすることも

$$u = (X \cdot P) \cdot (Q \cdot P) / (|Q \cdot P|)^2$$

$$v = (X \cdot P) \cdot \text{Perpendicular}(Q \cdot P) / (|Q \cdot P|)$$

$$X' = P' + u \cdot (Q' \cdot P') + v \cdot \text{Perpendicular}(Q' \cdot P') / (|Q' \cdot P'|)$$

$$\dots (\text{数2})$$

【0070】ただし、P、Qは、「パノラマ画像1（700）」において指定された線分720の両端を端点とするベクトル、P'、Q'は、「パノラマ画像（710）」において指定された線分740の両端を端点とす

可能である。

【0063】続いて、ステップ120およびステップ125で、ステップ110で分割した複数の領域画像の各々に対して、該領域画像内の各画素を何処に移動して、パノラマ画像全体をどのように歪ませるかを定義すると共に、定義された歪ませ方に応じて、歪みを生成する。

【0064】この歪ませ方の定義方法としては、例えば、「Feature-Based Image Metamorphosis」に述べられているように、画像間に対応付ける部分を線分で指定する方法を用いるようにすることができ、指定された各線分に基づいて、歪み場を発生するために必要な、画像内の各画素の歪み量を計算する。なお、この計算の際に、指定された線分上にない画素については、各線分までの距離と線分に下した垂線の足の長さなどに応じて、その歪み量を算出する。

【0065】さて、詳しくは、ステップ120およびステップ125では、まず、操作者が、例えば、図7に示す「パノラマ画像1（700）」および「パノラマ画像2（710）」において、線分720と線分740、線分725と線分745、線分730と線分750を、各々対応付ける部分として指定すると、記憶装置350上の記憶領域に確保された格納領域430（図4を参照されたい。）に、指定された線分の対応関係を格納する。

【0066】なお、この格納領域430には、さらに、パノラマ画像とその撮影位置とを対応付けて格納しておくようにすることが好ましい。

【0067】続いて、「パノラマ画像1（700）」および「パノラマ画像2（710）」の各々について、該パノラマ画像からもう一方のパノラマ画像に変形する場合の、該パノラマ画像内の各画素の歪み量である移動ベクトルDを、（数2）によって求め、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域425（図4を参照されたい。）に、求めた移動ベクトルDを格納する。

【0068】この移動ベクトルDは、実際には、画像空間上の座標値によって表され、このようにして各画素について求められた移動ベクトルDの集合が、画像を変形する際の歪みの場を表すことになる。

【0069】

【数2】

るベクトル、Xは、移動ベクトルDを求める対象である「パノラマ画像1（700）」内の画素の位置を端点とするベクトル、X'は、Xを移動した後の位置を端点とするベクトルを示す。

【0071】また、Perpendicular( )は、( )内のベクトルと同じ長さであって、( )内のベクトルと垂直なベクトルを表す。また、小文字で表したパラメータは、スカラー量を表す。

【0072】なお、指定された線分が複数本ある場合は、各線分から決まる対応点の位置を重み平均する。すなわち、各線分*i*に対して移動ベクトル*D<sub>i</sub>*を求め、求めた各移動ベクトル*D<sub>i</sub>*に、線分の長さが長いほど大きくなり、線分までの距離が大きくなるほど小さくなるような重み*W<sub>i</sub>*を乗じた値*W<sub>i</sub>D<sub>i</sub>*の和を、*W<sub>i</sub>*の和で除した値を、移動ベクトル*D*とするようにする。この重み付き平均により求まる移動ベクトル*D*は、(数3)で表すことができる。

【0073】

【数3】

$$D = (\sum W_i d_i) / (\sum W_i) \\ \dots (数3)$$

【0074】なお、先の文献では、(数4)により定まる*W<sub>i</sub>*を用いている。

【0075】

【数4】

$$F_i = (\text{length}^p) / (a + \text{dist}) \\ W_i = F_i^b \\ \dots (数4)$$

【0076】ただし、lengthは、線分*i*の長さ、distは、線分*i*までの距離、*a*、*b*、*p*は、定数である。

【0077】このように、歪みの場を発生させて画像を変形する処理を「モーフィング」と呼ぶ。

【0078】なお、歪ませ方の定義方法には、画像上に貼り付けた格子点を移動することによって、画像の歪ませ方を定義する方法などもある。すなわち、画像上の全ての格子点について、例えば、ある格子点が別の画像上の特定の格子点に対応すると定義していく。そうすると、実写画像内の全ての点(画素)は、画像上の4つの格子点で囲まれた四角形を、対応する画像上の四角形に幾何変換する変換式によって移すことができる。さらに、滑らかにつながるように、高次式によって変換式を表現することもある。このように、歪みの生成方法は、「モーフィング」に限定されるものでない。

【0079】続いて、ステップ130で、デジタルカメラによる撮影位置を基準としたときの観察者(操作者と同一人物でも別人物であってもよい。)の相対的な視点位置、および、観察者がどの方角を見ているかを示す視線方向を入力する。

【0080】詳しくは、ステップ130では、例えば、操作者が、マウス310を用いて、画像表示装置300に表示された地図上の場所を指定するようにすることもできるし、画像表示装置300にデフォルト位置における画像を表示すると共に、該デフォルト位置に対して前

方向に移動するとか右方向に向くといった指定をできるようにすることもできる。

【0081】続いて、ステップ135で、ステップ125で算出した各画素の歪み量(移動ベクトル*D*)に基づいて、ステップ110で分割した領域画像の各々を変形し、変形した各領域画像を、ステップ115で定義した属性情報に従って重畳合成することで、新たなパノラマ画像を生成する。

【0082】なお、ステップ135の詳細については、図2に示すフローチャートを用いて後述する。

【0083】最後に、ステップ140で、ステップ135で生成した新たなパノラマ画像を、画像表示装置300に表示する。

【0084】図2はステップ135の詳細な処理を示すフローチャートである。

【0085】図2に示すように、ステップ200(図1のステップ130に相当している。)では、デジタルカメラによる撮影位置を基準としたときの観察者の相対的な視点位置、および、観察者がどの方角を見ているかを示す視線方向を入力する。

【0086】もちろん、撮影位置を基準としたときの観察者の相対的な視点位置の代わりに、撮影位置の絶対座標および観察者の位置の絶対座標が入力されるようにしてもよいが、例えば、2つの撮影位置を結ぶ直線を*X*軸、その直線に直交する直線を*Y*軸とし、*X*軸方向成分として、2つの撮影位置を結ぶ線分上での内分比を取り、*Y*軸成分として、撮影位置間の距離を「1」とした相対距離で*Y*軸方向の移動量を入力することができる。

【0087】また、視線方向については、東西南北の方位を入力してもよいが、例えば、室内の場合であると、テレビ等の目的物がある方向を基準として、そこから何度という入力の仕方も可能である。

【0088】さて、いま、図1のステップ105によって、少なくとも2つのパノラマ画像が生成されている。さらに、図1のステップ125によって、これらの2つのパノラマ画像について、一方からもう一方に変形するための各画素の歪み量(移動ベクトル*D*)が算出されている。

【0089】そこで、ステップ135では、まず、ステップ205で、2つのパノラマ画像が各々得られた2つの撮影位置を結ぶ線分上での内分点のうち、どの内分点を中間位置として、該中間位置におけるパノラマ画像(中間パノラマ画像)を生成すべきであるかを決定する。

【0090】この中間位置の決定は、まず、予め定めた視野角を示す情報に応じて、中間位置の個数を決定するようにし、続いて、決定した個数の中間位置を、2つのパノラマ画像が各々得られた2つの撮影位置を結ぶ線分上に、等間隔で割り振っていくことで、実現することができる。

【0091】例えば、図8に示すように、撮影位置80



0におけるパノラマ画像を「パノラマ画像1」とし、撮影位置810におけるパノラマ画像を「パノラマ画像2」とするとき、2つの撮影位置800、810を結ぶ線分830上の中間位置820が決定されたとすると、中間位置820における中間パノラマ画像（中間位置820にデジタルカメラがある場合に得られるであろうパノラマ画像である。）は、「パノラマ画像1」および「パノラマ画像2」の2つのパノラマ画像から生成することができる。

【0092】また、例えば、図9において、パノラマ画像700が撮影位置800における「パノラマ画像1」であり、パノラマ画像710が撮影位置810における「パノラマ画像2」であり、パノラマ画像900が中間位置820における中間パノラマ画像である。ここでは、決定された中間位置820が、パノラマ画像700中のドア910の位置とパノラマ画像710中のドア920の位置との間を結ぶ線分の中点である例を示しており、中間パノラマ画像900中のドア930の位置は、パノラマ画像700中のドア910の位置とパノラマ画像710中のドア920の位置との中間になるようにして、中間パノラマ画像900が生成されている。

【0093】続いて、ステップ210で、ステップ200で入力した視点位置にデジタルカメラがある場合に得られるであろうパノラマ画像（すなわち、生成すべき新たなパノラマ画像である。）のうち、画像表示装置300に表示する範囲を、予め定めた視野角を示す情報から決定する。

【0094】これは、ステップ205で決定した中間位置における中間パノラマ画像を生成し、これらの中間パノラマ画像を基にして新たなパノラマ画像を生成したとしても、生成した新たなパノラマ画像のうち、画像表示装置300に1度に表示できる範囲は限られているので、新たなパノラマ画像の表示範囲に相当する部分だけを生成した方が効率的であるからである。

【0095】続いて、ステップ215で、まず、ステップ205で決定した中間位置における中間パノラマ画像を生成し、生成した中間パノラマ画像の各々について、ステップ210で決定した表示範囲の新たなパノラマ画像を生成するために、該中間パノラマ画像のうちのどの向きの画像が必要かを求める。

【0096】なお、中間パノラマ画像を生成するための歪み量は、その中間位置に応じて、移動ベクトルDから求めることができる。

【0097】また、中間パノラマ画像を生成する際には、図1のステップ110で分割した領域画像を歪み量に基づいて変形し、変形後の領域画像を、図1のステップ115で定義した属性情報に従った順番で重畳合成するようにする。すなわち、ここでは、デジタルカメラに近いほど小さい値の属性情報が定義されているので、属性情報の値が大きい順、すなわち、遠方にある順に、

変形後の領域画像を重ねていく。

【0098】例えば、図10に示すように、位置1000におけるパノラマ画像1005であって、前方方向を向いたパノラマ画像1005を新たに生成するために、撮影位置1010におけるパノラマ画像700、および、撮影位置1020におけるパノラマ画像710のほかに、中間位置1030～1060における中間パノラマ画像が生成されているとする。

【0099】ここで、「位置1000において向き1070に見える景色は、位置1010における同じ向き1070でも観察できる。」という光学的性質を利用することで、位置1000におけるパノラマ画像1005のうち、向き1070に相当する部分の画像は、パノラマ画像700のうちの、向き1070に相当する部分の画像を拡大処理して生成することができるということが分かる。すなわち、パノラマ画像700については、向き1070に相当する部分の画像が、位置1000におけるパノラマ画像1005を生成するために必要であるということが分かる。

【0100】同様に、その他のパノラマ画像1020および中間パノラマ画像1030～1060についても、各々、位置1000におけるパノラマ画像1005への向きに相当する部分の画像を適切な倍率で拡大すれば、位置1000におけるパノラマ画像1005を擬似的に生成することができる。

【0101】原理的には、向きが一致するパノラマ画像上の位置は1つのみであるから、基になるパノラマ画像が相当な数だけ必要になるが、ある程度の幅をもった短冊状の領域の画像を、該向きに対応させても、実用上は問題ない。もちろん、中間位置における中間パノラマ画像は4つに限ったものではなく、多数あればあるほど、生成したパノラマ画像が実際の景色に近いものになり、短冊状の領域の画像を繋げたときの画質も良くなる。

【0102】そこで、ステップ215で求める画像は、実際には、短冊状の領域の画像（短冊状領域画像）であるようにすることができ、続くステップ220で、ステップ215で生成した中間パノラマ画像の各々について、ステップ215で求めた短冊状領域画像を切り取り、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域435（図4を参照されたい。）に、切り取った短冊状領域画像を格納する。

【0103】なお、この短冊状領域画像は、後に、適切な倍率の拡大処理が施される。

【0104】例えば、図11に示すように、2つの撮影位置の間の距離を2Lとし、その間に等間隔にn個の中間位置を設ける場合は、隣合う位置1040、1050間の距離は、 $l = 2L / (n + 1)$ で表される。

【0105】このようにして、距離lごとに中間パノラマ画像が配置されていると仮定するとき、位置1000におけるパノラマ画像1005を、短冊状領域1120

～1150のように分割し、各短冊状領域の画像を、例えば、短冊状領域1120については、位置1010におけるパノラマ画像700から切り取った短冊状領域画像から生成し、短冊状領域1130については、中間位置1030における中間パノラマ画像から切り取った短冊状領域画像から生成し、短冊状領域1140については、中間位置1040における中間パノラマ画像から切り取った短冊状領域画像から生成し、短冊状領域1150については、中間位置1050における中間パノラマ画像から切り取った短冊状領域画像から生成することができる。

【0106】上述したように、ステップ220によって、パノラマ画像および中間パノラマ画像の各々から、ステップ210で決定したパノラマ画像の表示範囲に相当する部分を生成するために必要な短冊状領域画像が切り取られているので、続くステップ230では、これらの短冊状領域画像を順番に並べることによって、新たなパノラマ画像（実際には、表示範囲に相当する部分である。）を生成し、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域440（図4を参照されたい。）に、生成した新たなパノラマ画像を格納する。なお、このとき、同時に、各短冊状領域画像に、適切な倍率の拡大処理を施すようにする。

【0107】いま、図12に示すように、位置1220における新たなパノラマ画像1005を生成するために、位置1230におけるパノラマ画像700から切り取った短冊状領域画像が、短冊状領域画像1120であり、位置1240におけるパノラマ画像1050から切り取った短冊状領域画像が、短冊状領域画像1150であるとする。

【0108】パノラマ画像1050は、新たなパノラマ画像1005への向きが、位置1220における視線方向と一致するような、パノラマ画像であり、従って、3つの位置1220、1230、1240は、共に、位置1240を直角三角形の直角頂点とする3つの頂点にあることとなるが、ここで、位置1230と位置1240との間の距離がL1であり、位置1240と位置1220との間の距離がL2であるとする。

【0109】さらに、短冊状領域画像1150がパノラマ画像1050の一部をS倍に拡大したものであるとき、短冊状領域画像1120は、パノラマ画像700の一部を（数5）の倍率S'で拡大するようにすればよい。

【0110】

【数5】

$$S' = S \cdot \sqrt{(L1 \cdot L1 + L2 \cdot L2) / L2} \\ \dots (\text{数5})$$

【0111】ここで、Sの値は、現在の視点位置からステップ130で入力した視点位置への移動量に応じて定められ、移動量が大きくなるほど、その値が大きくなる

ようになっている。

【0112】最後に、ステップ235で、新たなパノラマ画像に（数1）の逆変換を施し、ビュー平面に投影することで、新たなパノラマ画像を通常の画像に戻し、記憶装置350上の記憶領域400に確保された格納領域445（図4を参照されたい。）に、戻した画像（投影画像）を格納する。

【0113】さらに、この投影画像を画像表示装置300に転送することによって、ユーザに視点を変えたときの景色を見せることができる。

【0114】以上説明したように、本発明の実施形態によれば、異なる撮影位置で各々撮影して取り込んだ複数の画像を用いて、想定した撮影位置で撮影した場合に得られるであろう画像を新たに生成することができる。

【0115】さらに、この際に、単に1つの物体を色々な視点から観察するのではなく、幾つかの物体が画像に写っており、それらの位置関係が画像によって入れ替わるような場合でも、違和感のない画像を生成することができる。

【0116】また、本発明の実施形態によれば、異なる撮影位置におけるパノラマ画像が最低2つあれば、ウォークスルー等における視点変更を実現し、撮影位置付近の平面内をインタラクティブな操作に合わせて観察できるようになる。

【0117】従って、実写した画像をベースにしたプレゼンテーションシステム等のバーチャルリアリティシステムにおいて、従来技術で必要としていた特別な装置（カメラパラメータの計測装置や移動装置等）を必要とせず、ウォークスルー等における視点変更を実現し、色々な視点位置での画像を観察することが可能となる。

【0118】なお、以上に説明した実施形態において、ステップ215で生成した中間パノラマ画像を記憶装置350に格納しておくようにすれば、次回以降、別のパノラマ画像を新たに生成する際に、既に生成して格納している中間パノラマ画像については、これを利用し、生成し直す必要がなくなる。

【0119】また、以上に説明した実施形態においては、短冊状領域画像を切り取る基となる中間パノラマ画像全体を生成しているが、中間パノラマ画像全体を生成しなくても、短冊状領域画像に相当する部分（新たなパノラマ画像の表示範囲に相当する部分を生成するために必要な範囲の中間パノラマ画像）だけを生成するようにしてもよい。

【0120】このようにする場合には、図2のステップ215で、図2のステップ205で決定した中間位置における中間パノラマ画像を実際に生成せずに、この中間パノラマ画像の各々について、図2のステップ210で決定した表示範囲の新たなパノラマ画像を生成するために、該中間パノラマ画像のうちのどの向きの画像（短冊状領域画像）が必要かを求めるようにすると共に、求め

た短冊状領域画像を生成するために必要となる領域画像および歪み量を選択するようにする。

【0121】そして、図2のステップ220で、図2のステップ215で選択した領域画像および歪み量を用いて、図2のステップ205で決定した中間位置における中間パノラマ画像の一部である短冊状領域画像を生成するようにする。

【0122】なお、短冊状領域画像を生成する際には、図2のステップ215で選択した領域画像を、図2のステップ215で選択した歪み量に基づいて変形すること10で実現できるが、このとき、上述と同様に、変形後の領域画像を、図1のステップ115で定義した属性情報に従った順番で重畳合成するようにする。

【0123】さらに、以上に説明した実施形態は、住宅内ウォークスルーシステムや旅行体験システムといった、様々なプレゼンテーションシステムに利用することができる。

【0124】例えば、住宅内ウォークスルーシステムに利用する場合には、予め、住宅内を多数の撮影位置で撮影しておき、このとき各撮影位置で取り込んだ複数の画像から、複数のパノラマ画像を生成しておく。そして、10操作者が、生成した各パノラマ画像を、複数の領域に分割して属性情報を与えておくと共に、これらのパノラマ画像を線分を用いて対応付けるようにしておく。

【0125】ここまでの過程を実行することで、住宅内ウォークスルーシステムを利用するための前準備が完了するので、操作者は、前準備が完了すると、観察者である顧客の前で、顧客の視点位置および視線方向を入力するようにする。

【0126】これにより、前準備で生成されているパノラマ画像から中間パノラマ画像が生成され、生成された20中間パノラマ画像および既に生成されているパノラマ画像から短冊状領域画像が切り取られ、さらに、これらの短冊状領域画像が組み合わせられて、入力された視点位置および視線方向に応じた新たなパノラマ画像が生成されることとなる。生成された新たなパノラマ画像は、画像表示装置300に、その表示範囲に相当する部分が表示されるので、顧客は、画像表示装置300の表示内容を見るだけで、実際に住宅内を歩いているときに観察する景色と同じ景色を観察することが可能となる。

【0127】ところで、以上に説明した実施形態においては、さらに、以下に述べるように、短冊状領域画像の色調を調整する処理を行うことが好ましい。

【0128】図13は、複数のパノラマ画像および中間パノラマ画像から各々生成した短冊状領域画像を組み合わせ25て新たなパノラマ画像を生成する処理を示す説明図である。

【0129】図13において、1300、1305、1310は、各々、別々のパノラマ画像または中間パノラマ画像から生成された短冊状領域画像である。

【0130】一般的には、複数の領域の平均明度は独立であり、従って、図13に示すように、各短冊状領域画像をそのまま並べると、境界部がはっきりと見えてしまう。

【0131】そこで、境界部の明度が滑らかに繋がるために、短冊状領域画像の色調を調整する処理を行うようにする。

【0132】すなわち、図13のグラフに示すように、短冊状領域画像1300内の各画素の明度平均値が、1325に示す値であり、短冊状領域画像1305内の各画素の明度平均値が、1330に示す値であり、短冊状領域画像1310内の各画像の明度平均値が、1335に示す値であるとするとき、2つの短冊領域画像が隣合う境界部に位置する画素の画素値を、これらの明度平均値の中間値に補正すると共に、境界部から遠ざかるにつれて滑らかにその短冊状領域画像が本来持っていた明度値になるように、境界部付近に位置する画素の画素値を補正するようにする。

【0133】このような処理を行うことで、生成したパノラマ画像や最終的な出力画像に不自然な境界が発生するのを防ぐことができる。

【0134】また、以上に説明した実施形態においては、さらに、以下に述べるように、中間パノラマ画像を生成するときに起こる欠損部を補填する処理を行うことが好ましい。

【0135】図14は、2つのパノラマ画像から中間パノラマ画像を生成するときに起こる欠損部、および、この欠損部を補填する処理を示す説明図である。

【0136】いま、2つの位置1415、1425で各々撮影して取り込んだ複数の画像から生成した2つのパノラマ画像から、中間位置1420における中間パノラマ画像を生成する場合を考える。ところが、例えば、撮影対象となる景色中に存在している物体1430は、位置1415からは、物体1410に隠れて見えないし、位置1425からは、物体1405に隠れて見えない。すなわち、どちらの位置1415、1425で撮影して取り込んだ画像にも写っていない物体1430の画像は、2つのパノラマ画像を補間して作るわけにはいかないので、その部分は欠損部となる。

【0137】そこで、このような理由で生じる欠損部を補填する処理について、図14のフローチャートを用いて説明する。

【0138】まず、ステップ1440で、欠損部を検出する。欠損が生じたか否かの判断は、対象画像と同サイズで各画素に1ビットを割り当てた領域を用意し、各画素に値が書き込まれたときは、その領域のビットを立てるようにすると、ビットが立っていない画素が欠損部であるという判断をすることができる。

【0139】続いて、ステップ1445で、欠損部周囲に位置する画素を調べ、ステップ1450で、ステップ

1445で調べた画素の画素値から、補填すべき画素の濃度値を求め、欠損部を修復する。

【0140】続いて、ステップ1455で、修復の対象となる画素を移動する。例えば、欠損部内周を時計回りになるように、対象画素の位置を移動する。欠損部がなくなるまでは、これらの処理を繰り返すために、ステップ1445に戻り、全ての欠損部が補填された時点で、処理を終了する。

【0141】このような処理を行うことで、中間パノラマ画像を生成するときにかかる欠損部を補填することができる。

【0142】また、以上に説明した実施形態においては、以下に述べるように、テーブルを用いることによって、図2のステップ235でパノラマ画像を平面に投影する処理を高速に行うことが可能となる。

【0143】図15は、パノラマ画像を平面に投影する処理を高速に行うために用いられるテーブルを示す説明図である。

【0144】図15に示すように、このテーブル1500は、投影後の画像（画像表示装置300に表示される画像である。）の画素の各々について、該画素に対応するデータを、投影間のパノラマ画像1510のどの画素から読み出せばよいかという画素位置（ $x$ 、 $y$ ）1520からなっている。

【0145】このテーブル1500を用いることで、幾何計算をすることなしに、平面への高速な投影が可能になる。

【0146】また、以上に説明した実施形態においては、パノラマ画像を生成するために、円筒モデル500を用いているが、以下に述べるように、球モデルを用いるようにしてもよい。

【0147】図16は写真を球モデルに投影する際の幾何変換を示す説明図であり、1つの画像（写真）1600を、球の中心1620に向けて、球表面1610に投影する。

【0148】図5に示した円筒モデル500を用いる場合には、デジタルカメラの回転軸を、円筒モデル500の中心軸540に一致するようにしなければならなかったが、球モデルを用いる場合には、デジタルカメラの中心さえ固定しておけば、自由な向きで撮影した画像を貼り合わせることができる。

【0149】このように、上述したパノラマ画像の代わりに、球モデルに投影した画像を用いると、水平方向に視線の向きを移動できるだけでなく、上下方向へ視線の向きを変えて見るができるようになる。

【0150】また、以上に説明した実施形態においては、以下に述べるように、新たなパノラマ画像を生成する際に、撮影によって実際に得られた色彩値と中間パノラマ画像の色彩値とを使い分けることで、生成後の画質を向上するようにすることができる。

【0151】生成後の新たなパノラマ画像の中には、中間パノラマ画像から切り取って拡大した短冊状領域から生成された部分であっても、実際に撮影した画像から生成されたパノラマ画像と同じ画素が存在する場合があるので、そのような画素については、パノラマ画像の画素の色彩値を用いて、元の色彩値を再現するようにすれば、生成後の新たなパノラマ画像の画質を向上することができる。

【0152】図17は、新たなパノラマ画像を生成する際に、撮影によって得られた色彩値と中間パノラマ画像の色彩値とを使い分ける方法を示す説明図である。

【0153】図17に示すように、パノラマ画像1700の画素の各々に、テーブル1710を対応付けておく。このテーブル1710は、色彩値となる赤、緑、青の色の成分値 $R$ 、 $G$ 、 $B$ と、撮影時のデジタルカメラの中心の絶対位置（ $x$ 、 $y$ ）と、2次元平面上で向きの値 $\theta$ とが記録されたものである。

【0154】そうすれば、新たなパノラマ画像を生成する際に、この $x$ 、 $y$ 、 $\theta$ の値から対応する画素がある場合は、その色彩値をサンプリングすることができる。

【0155】なお、テーブル1710は、円筒モデル500を用いる場合のデータ構造を示しており、球モデルを用いる場合のデータ構造は、テーブル1720に示すようになる。

【0156】また、以上に説明した実施形態においては、新たなパノラマ画像を生成する際に、パノラマ画像および中間パノラマ画像から生成した短冊状領域画像を貼り付けるようにしているが、以下に述べるように、予め用意されている複数のパノラマ画像から、自動的に、新たなパノラマ画像を生成するようにすることができる。

【0157】図18は、予め用意されている複数のパノラマ画像から、自動的に、新たなパノラマ画像を生成するための仕組みを示す説明図である。

【0158】図18において、1800は、生成すべき新たなパノラマ画像が得られるであろう仮想的な撮影位置、および、観察者の移動範囲を示す仮想的な地図上の座標（ $x$ 、 $y$ ）を対応付けるためのテーブルであり、この地図上の座標（ $x$ 、 $y$ ）には、各々、複数の領域画像に分割されたパノラマ画像1810が対応付けられている。

【0159】このパノラマ画像1810は、「領域1（1820）」～「領域4（1840）」のように、予め複数の領域画像に分割されており、各領域画像には、さらに、属性データ1850～1880が対応付けられている。

【0160】例えば、「領域1（1820）」には、予め用意された複数のパノラマ画像のうちの、どのパノラマ画像について、該パノラマ画像中のどの範囲を、どのような拡大率で拡大し、どういった色補正を行うべきで

あるかを示す属性データ 1850～1880が対応付けられている。

【0161】これにより、生成すべき新たなパノラマ画像が得られるであろう仮想的な撮影位置が決まれば、予め用意された複数のパノラマ画像から、自動的に、所望のパノラマ画像を新たに生成することができるようになる。

【0162】なお、予め用意する複数のパノラマ画像は、全てが実際に撮影して取り込んだ画像から生成したパノラマ画像であってもよいし、実際に撮影した取り込んだ画像から生成したパノラマ画像、および、これらから生成した中間パノラマ画像であってもよい。

【0163】さらに、前者の場合には、スリットカメラ等を用いて、複数の撮影位置で同時に撮影してパノラマ画像を取り込むようにすれば、撮影と並行して、新たなパノラマ画像を生成することが可能となり、また、取り込むパノラマ画像が動画画像であっても、即座に、新たなパノラマ動画画像を作り出すことが可能となる。

【0164】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、少なくとも2つの異なる撮影位置で各々撮影して取り込んだ画像を用いて、想定した撮影位置で撮影した場合に得られるであろう画像を新たに生成することができる。

【0165】さらに、この際に、単に1つの物体を色々な視点から観察するのではなく、幾つかの物体が画像に写っており、それらの位置関係が画像によって入れ替わるような場合でも、違和感のない画像を生成することができる。

【0166】また、本発明によれば、異なる撮影位置におけるパノラマ画像が最低2つあれば、ウォークスルー等における視点変更を実現し、撮影位置付近の平面内をインタラクティブな操作に合わせて観察できるようになる。

【0167】従って、実写した画像をベースにしたプレゼンテーションシステム等のバーチャルリアリティシステムにおいて、従来技術で必要としていた特別な装置（計測装置や移動装置等）を必要としたり、従来技術で必要としていた多数の画像を用意したりせずに、ウォークスルー等における視点変更を実現し、色々な視点位置での画像を観察することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像生成方法を実現するための画像処理の処理概要を示す流れ図。

【図2】図1のステップ135の詳細な処理を示す流れ図。

【図3】本発明の画像生成方法を実施したコンピュータ

システムの基本的なハードウェア構成を示すブロック図。

【図4】記憶装置上の記憶領域に確保される格納領域を示す説明図。

【図5】1組の画像からパノラマ画像を生成する際の説明図。

【図6】マスク画像および属性テーブルの構造を示す説明図。

【図7】2つのパノラマ画像を線分を用いて対応付ける際の説明図。

【図8】中間パノラマ画像を作る際の説明図。

【図9】中間パノラマ画像の性質を示す説明図。

【図10】撮影位置を結ぶ線分上にない位置で得られるであろう新たなパノラマ画像を生成する際の説明図。

【図11】パノラマ画像および中間パノラマ画像と、これらから生成される新たなパノラマ画像との関係を示す説明図。

【図12】パノラマ画像および中間パノラマ画像から、新たなパノラマ画像を生成する際の画像変形処理について示す説明図。

【図13】複数のパノラマ画像および中間パノラマ画像から各々生成した短冊状領域画像を組み合わせて新たなパノラマ画像を生成する処理を示した説明図。

【図14】2つのパノラマ画像から中間パノラマ画像を生成するときに起こる欠損部、および、この欠損部を補填する処理を示す説明図。

【図15】パノラマ画像を平面に投影する処理を高速に行うために用いられるテーブルを示す説明図。

【図16】写真を球モデルに投影する際の幾何変換を示す説明図。

【図17】新たなパノラマ画像を生成する際に、撮影によって得られた色彩値と中間パノラマ画像の色彩値とを使い分ける方法を示す説明図。

【図18】複数の撮影位置におけるパノラマ画像から、自動的に、新たなパノラマ画像を生成するための仕組みを示した説明図。

【符号の説明】

300…画像表示装置、310…マウス、320…スキャナ、330…カメラ、340…プロセッサ、350…記憶装置、360…高速バス、400…記憶領域、405…入力画像格納領域、410…パノラマ画像格納領域、415…マスク画像格納領域、420…属性テーブル格納領域、425…移動ベクトル格納領域、430…対応関係格納領域、435…短冊状領域画像格納領域、440…新たなパノラマ画像格納領域、445…投影画像格納領域、450…プログラム格納領域。

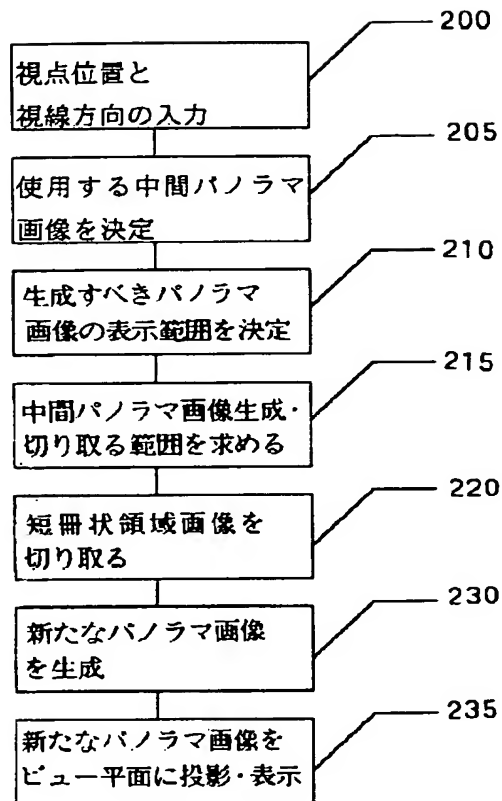
【図1】

図 1



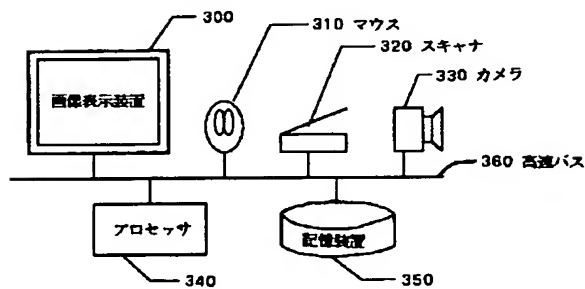
【図2】

図 2



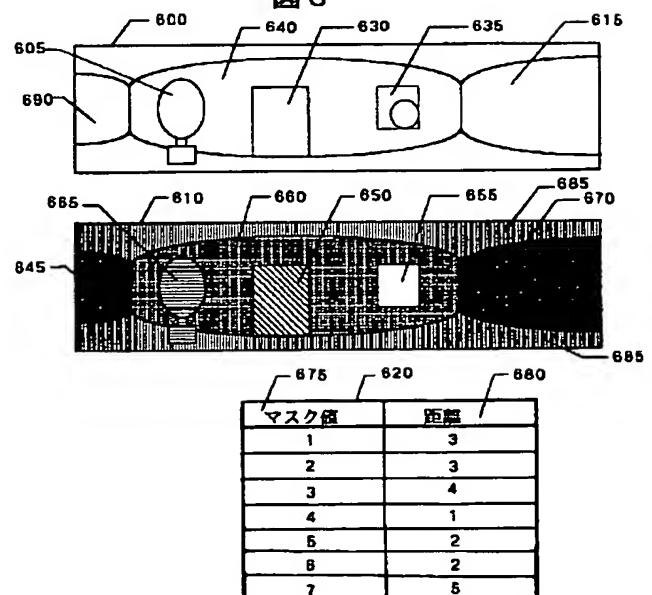
【図3】

図 3



【図6】

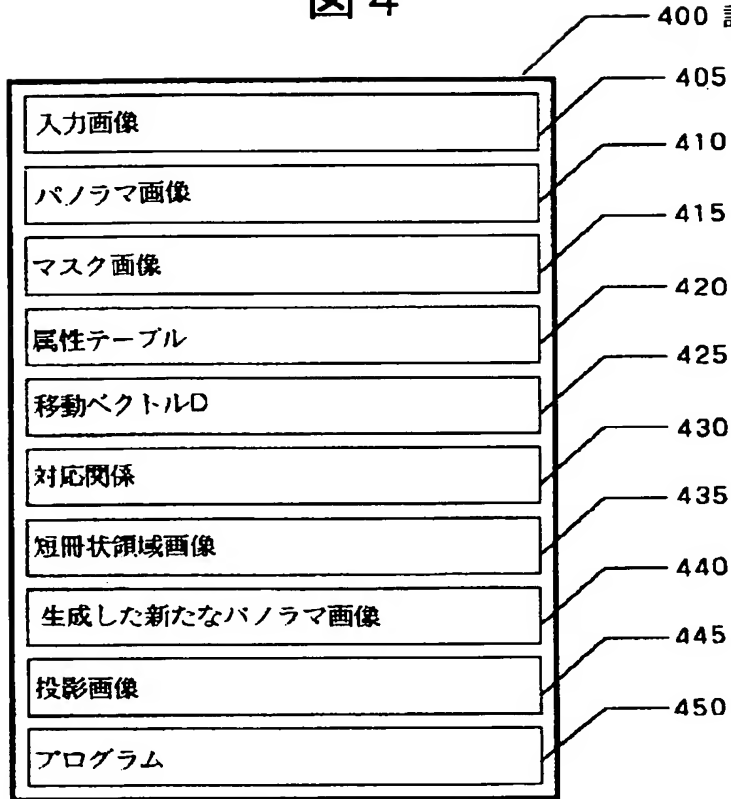
図 6





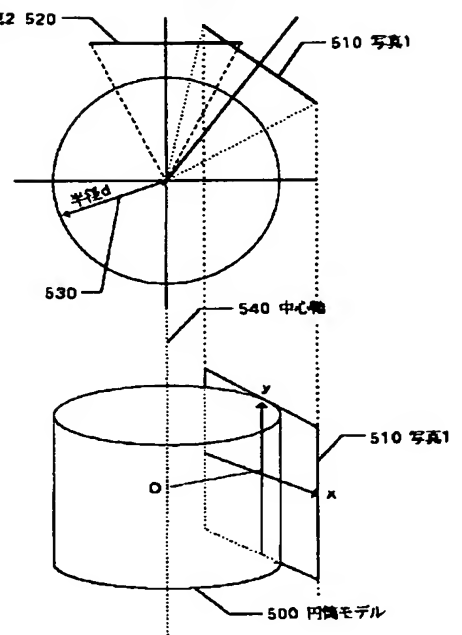
【図4】

図4



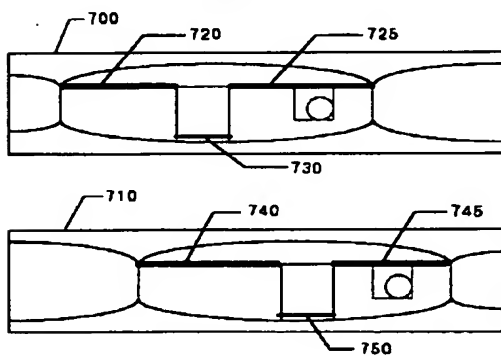
【図5】

図5



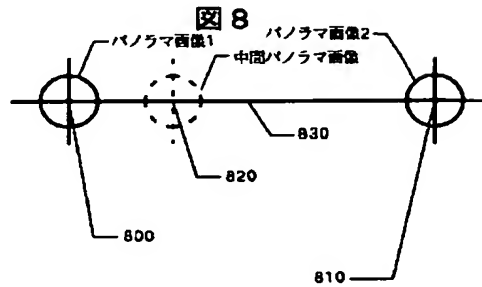
【図7】

図7



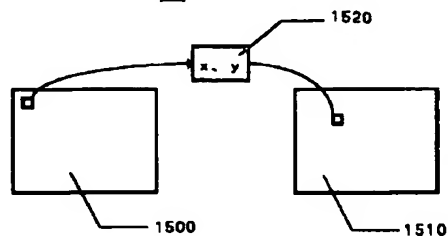
【図8】

図8



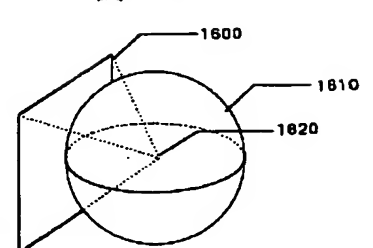
【図15】

図15

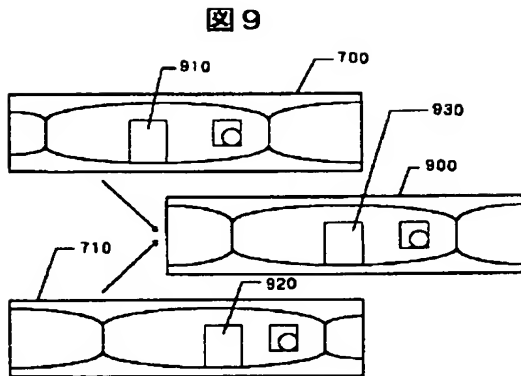


【図16】

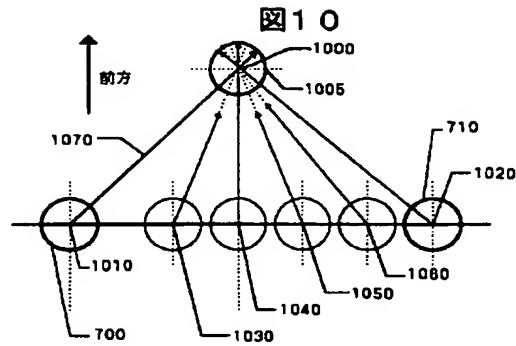
図16



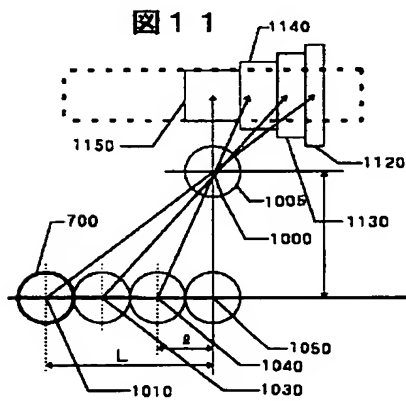
【図9】



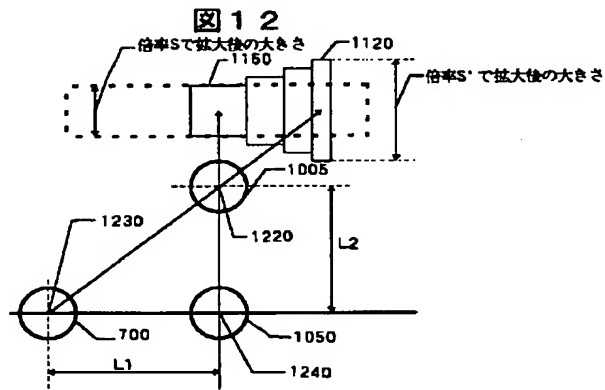
【図10】



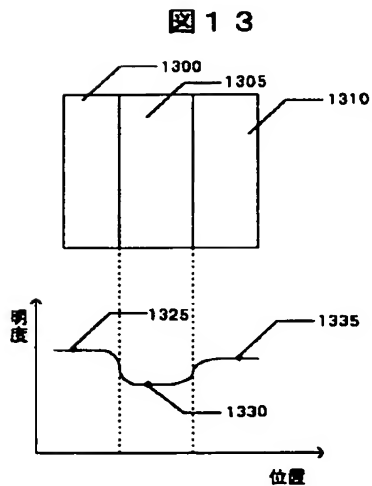
【図11】



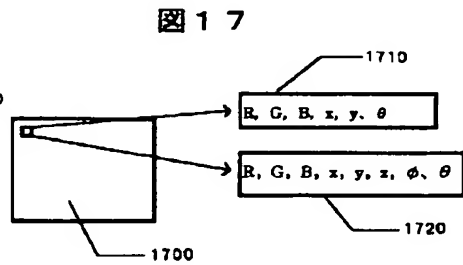
【図12】



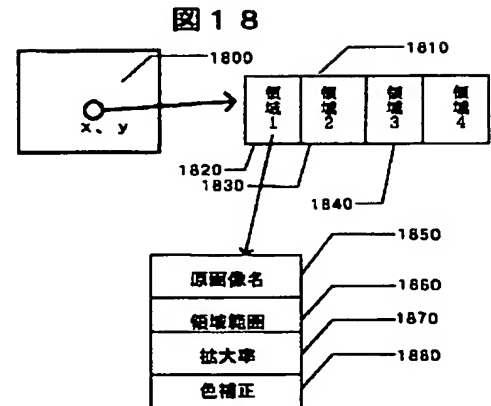
【図13】



【図17】

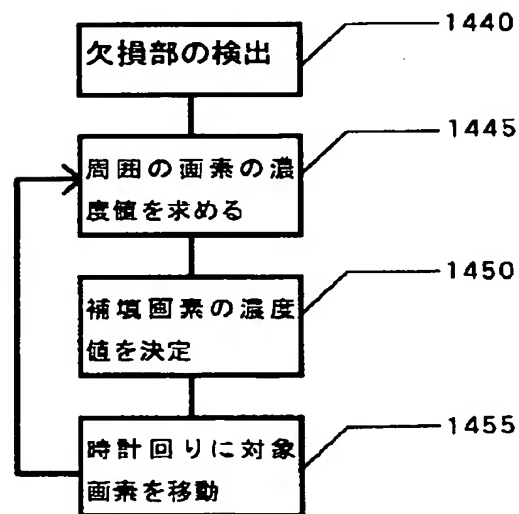
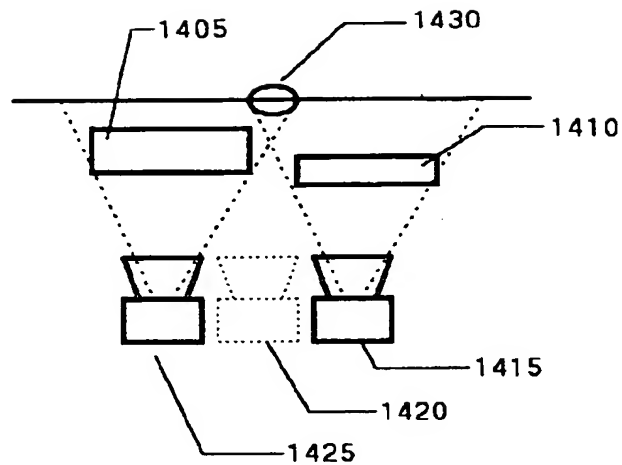


【図18】



【図14】

図14



**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] An image with which a wide angle-scene centering on this view location is reflected about each of at least two different view locations (a "panorama image" is called hereafter.) An image of a portion which looked at this sense and the same direction about each of sense seen in a desired view location (A "partial image" is called hereafter.) An image generation method characterized by having processing which generates the new panorama image which will be generated from an image which cut out from a panorama image containing this partial image, and was photoed and captured in a view location of this request combining a cut-off partial image.

[Claim 2] An image generation method characterized by providing the following. Processing which generates an image (a "panorama image" is called hereafter.) which projected in order two or more images which changed, photoed and incorporated sense of a camera for every fixed angle of rotation about each of at least two different view locations in this view location on the surface of a cylinder model as doubled a lap portion of these images mutually The processing which generates the new panorama image which will be generated from an image which cut out from a panorama image containing this partial image an image (a "partial image" is called hereafter.) of a portion which looked at this sense and the same direction, and photoed and captured it about each of sense seen in a desired view location in a view location of this request combining a cut-off partial image

[Claim 3] An image generation method characterized by providing the following. An image with which a wide angle-scene centering on this view location is reflected about each of at least two different view locations (a

"panorama image" is called hereafter.) Processing which generates the new panorama image (a "middle panorama image" is called hereafter.) with which a wide angle-scene probably centering on a view location assumed from an acquired panorama image on a segment which connects a view location corresponding to each panorama image will be reflected Processing which sets up a view location assumed out of the above-mentioned segment Processing which cuts out an image (a "partial image" is called hereafter.) of a portion which looked at sense and the same direction which were seen in a set-up view location about each of the above-mentioned panorama image and the above-mentioned middle panorama image in a view location corresponding to this panorama image or a middle panorama image from this panorama image or a middle panorama image Processing which generates the new panorama image with which a wide angle-scene probably centering on a view location assumed out of the above-mentioned segment will be reflected combining a cut-off partial image

[Claim 4] An image generation method characterized by providing the following. Processing which generates an image (a "panorama image" is called hereafter.) which projected in order two or more images which changed, photoed and incorporated sense of a camera for every fixed angle of rotation about each of at least two different view locations in this view location on the surface of a cylinder model as doubled a lap portion of these images mutually Processing which generates the new panorama image (a "middle panorama image" is called hereafter.) which will be generated from an image photoed and captured from a generated panorama image in a view location assumed on a segment which connects a view location corresponding to each panorama image Processing which sets up a view location assumed out of the above-mentioned segment An image of a portion which looked at sense and the same direction which were seen in a set-up view location about each of the above-mentioned panorama image and the above-mentioned middle panorama image in a view location corresponding to this panorama image or a middle panorama image (A "partial image" is called hereafter.) Processing which generates the new panorama image which will be generated from processing cut out of this panorama image or a middle panorama image, and an image photoed and captured in a view location assumed out of the above-mentioned segment combining a cut-off partial image

[Claim 5] It is the image generation method which it is defined as an angle which sandwiches one image with which it is an image generation method according to claim 4, and a path of the above-mentioned cylinder model is projected on the surface of the above-mentioned cylinder model is in agreement with a horizontal field angle of the above-mentioned camera, and is characterized by what is defined as the body with angle of rotation of the above-mentioned camera same in a \*\*\*\*\* image is reflected.

[Claim 6] An image generation method according to claim 4 or 5 characterized by providing the following Processing which generates the above-mentioned middle panorama image is the 1st step which divides this panorama image into a field equivalent to each of two or more bodies reflected in it about each of the above-mentioned panorama image. The 2nd step which defines attribute information which shows sequence of nearness of distance from a view location which corresponds for every field divided at the 1st step of the above The 3rd step which generates an image of the same field as this field of the middle panorama images which will be generated from an image photoed and captured in a view location assumed on a segment which connects between a view location which was divided at the 1st step of the above, and which corresponds from an image of this field for every field, and view locations corresponding to other panorama images The 4th step which carries out superposition composition in sequence that attribute information which the 2nd step of the above defined shows an image of a field generated at the 3rd step of the above, and generates the above-mentioned middle panorama image

[Claim 7] Processing which is an image generation method according to claim 6, and generates the above-mentioned middle panorama image is an image generation method characterized by having further the 5th step which fills up a pixel value of a pixel which this suffered a loss using a pixel value of a pixel located in the perimeter when there is a pixel which suffered a loss in a middle panorama image generated at the 4th step of the above.

[Claim 8] An image generation method according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 characterized by providing the following Processing which generates some new panorama images combining the above-mentioned partial image is the 1st step which calculates an average lightness value of a pixel in this partial image about each of the above-mentioned partial image. The 2nd step which amends a pixel value of each pixel in this partial image about each of the



above-mentioned partial image to a value which is in agreement with a mean value of an average lightness value which an average lightness value of a pixel in this partial image calculated at the 1st step of the above

[Claim 9] An image generation method according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 characterized by providing the following Processing which generates some new panorama images combining the above-mentioned partial image is the 1st step which calculates an average lightness value of a pixel in this partial image about each of the above-mentioned partial image. The 2nd step which amends a lightness value of a pixel located in the boundary section of these two partial images about each of a group of a partial image of two \*\*\*\*\* to a mean value of an average lightness value calculated at the 1st step of the above The 3rd step which asks for difference with a lightness value after amending at a lightness value and the 2nd step of the above of this pixel about each of a pixel in the two above-mentioned partial images The 4th step which calculates a value whose effect of difference for which it asked at the 3rd step of the above about each of a pixel in the two above-mentioned partial images according to distance between pixels located in the above-mentioned boundary section decreases, and adds a calculated value to a pixel value of this pixel

[Claim 10] An image with which a wide angle-scene centering on this view location is reflected about each of at least two different view locations (a "panorama image" is called hereafter.) A panorama image with which a wide angle-scene probably centering on this view location will be reflected is matched by making this coordinate value into a view location for every coordinate value on an imagination map. Furthermore, the 1st table which matched two or more fields which constitute this panorama image for every panorama images of these, An on-the-spot photo panorama image which should cut off an image of this field, and a becoming image for every field in a table of the above 1st, And if the 2nd table which matched a field which should cut out an image from this on-the-spot photo panorama image is memorized and a coordinate value of arbitration of the above-mentioned coordinate values is specified With reference to the 1st table of the above, and the 2nd table of the above, further about each of a field corresponding to a panorama image corresponding to this coordinate value An image generation method which cuts off an image of a field of an on-the-spot photo panorama image corresponding to this field, and is characterized by

generating a panorama image corresponding to a specified coordinate value by combining a cut-off image.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the image generation method which starts virtual reality systems, such as a presentation system using the image a photograph of was taken on the spot, and digitizes and treats the static image and dynamic image which were photoed, and which were incorporated.

[0002]

[Description of the Prior Art] As conventional technology which has relation in this invention, the contents are reported to the following reference.

[0003] (a) -- "A Study on Image Editing Technology for Synthetic Sensation" ICAT'94, 63-70 pages, and University of Tokyo -- the technology reported to this reference In order to realize view modification in walk-through of a virtual reality etc. The position sensor is attached in the video camera, and a motion of a video camera is measured by the position sensor, and he synchronizes the image photoed with the video camera, and the measurement value (location data) which the position sensor measured, and is trying to record on taking a photograph with a video camera, and coincidence. and the location data which digitizes the recorded image and corresponds the digitized image -- \*\*\*\*\* -- it is made like.

[0004] Then, at the time of playback of an image, two or more images near the view of choice are searched, and after adding geometric conversion to these searched images, they are the contents of having realized view modification by combining and displaying and not performing inside rate interpolation.

[0005] (-- b) "View Interpolation for Image Synthesis (1993)", Computer Graphics Proc., 279-288 pages, and Apple Computer Inc. -- the technology reported to this reference In the case of view modification in walk-through of a virtual reality etc. The set of CG image which carried out the rendering in the systematic view location for the purpose of realizing on personal

computer level without special hardware, such as Z-buffer, () Or it is the method of creating a middle image using the distortion function of morphing currently prepared beforehand using the photoed image.

[0006] "(c) Epipolar-Plane Image Analysis: An Approach to Determining Structure from Motion (1987)", International Journal of Computer Vision.1, 7-55 pages, and Artificial Intelligence Center. -- the technology reported to this reference If the image which arranged "epipolar line (field which cuts an image horizontally) in order of the camera station is made using the captured image which was photoed with the camera of a large number arranged so that an optical axis may become parallel and regular intervals, the point on three-dimension space will become a straight line on this image. If the property " is used and it asks for the locus of all points, they will be the contents that a middle image is generable from the camera image of a typical location.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional technology mentioned above, there are the following troubles respectively.

[0008] Since the conventional technology (a) records the location data of a video camera on photography and coincidence of an image, an image is combined based on location data and the image of false view modification is made, the special metering device for measuring locations of a video camera, such as a position sensor, is needed.

[0009] Moreover, if the conventional technology (b) prepares neither many images which do not almost have depth perception, nor images which do not almost have change between images, it does not change the physical relationship of \*\*\*\*\* and bodies, or it does not consider the phenomenon in which a body becomes invisible from time to time according to physical relationship.

[0010] two or more images with which an objective location shifted somewhat are used for the conventional technology (b) in detail, that middle image must create, and many images which photoed this conventional technology (b) in the range in which the physical relationship of the bodies which exist in a sight does not collapse in order to apply to the image which took a photograph of a sight on the spot must prepare. That is, in order to prepare many images to which the view was changed little by little, a photograph must be taken from a multiaspect.

[0011] The image photoed and captured is used for the conventional technology (c) with the camera of a large number arranged regularly. Moreover, like the conventional technology (a) Although it is not necessary to record the location data of a camera at the time of photography, so that a camera may always turn to the fixed direction It is necessary to adjust the location of a camera correctly and, and many images must be photoed, moving a camera regularly, and the special migration equipment for moving a camera regularly is needed.

[0012] Then, in virtual reality systems, such as a presentation system which used as the base the image a photograph of was taken on the spot, without not needing special equipment or preparing many images, the purpose of this invention realizes view modification in walk-through etc., and is to offer the image generation method which makes it possible to observe the image in various view locations.

[0013] That is, the image generation method which this invention offers makes it possible to newly generate the image which will be obtained when a photograph is taken in the assumed camera station using the image which photoed respectively and was captured in at least two different camera stations.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention about each of at least two different view locations An image which projected in order two or more images which changed, photoed and incorporated sense of a camera for every fixed angle of rotation in this view location on the surface of a cylinder model as doubled a lap portion of these images mutually (a "panorama image" is called hereafter.) The new panorama image which will be generated from an image photoed and captured from processing to generate and a generated panorama image in a view location assumed on a segment which connects a view location corresponding to each panorama image (a "middle panorama image" is called hereafter.) Processing to generate and processing which sets up a view location assumed out of the above-mentioned segment, An image of a portion which looked at sense and the same direction which were seen in a set-up view location about each of the above-mentioned panorama image and the above-mentioned middle panorama image in a view location corresponding to this panorama image or a middle panorama image (a "partial image" is

called hereafter.) Processing cut out of this panorama image or a middle panorama image, He is trying to offer an image generation method characterized by having processing which generates the new panorama image which will be generated from an image photoed and captured in a view location assumed out of the above-mentioned segment combining a cut-off partial image.

[0015] Here, as an angle which sandwiches one image with which a path of the above-mentioned cylinder model is projected on the surface of the above-mentioned cylinder model is in agreement with a horizontal field angle of the above-mentioned camera, it is defined, and angle of rotation of the above-mentioned camera is defined as the body same in a \*\*\*\*\* image is reflected.

[0016] Thus, he processes a panorama image with which these images were continuously connected in two or more images which actually photoed and were captured, and is trying to generate a middle panorama image from a processed panorama image further in an image generation method of this invention. And in case a view change is made and a new panorama image is generated, he is trying to combine a partial image cut out of these panorama images and a middle panorama image.

[0017] Thereby, like the conventional technology, since it becomes unnecessary to combine the incorporated image itself, even if it uses a metering device at the time of photography and does not record a location of a camera on it, it can be managed. Moreover, what is necessary is just to come to take a photograph like the conventional technology, in at least two view locations, even if it does not take a photograph using migration equipment. Furthermore, since a limit about a successive range of a view or the direction of a look decreases by using a panorama image, flexibility of walk-through can be increased by the minimum photography.

[0018] In addition, about a partial image, since it will be necessary to expand these partial images according to a view location of a cut-off panorama image or a middle panorama image in fact in case two or more partial images are combined, if it is made to be the image of a strip-of-paper-like field, combination will become easy.

[0019] Moreover, processing which generates the above-mentioned middle panorama image in an image generation method of this invention The 1st step which divides this panorama image into a field equivalent to each of two

or more bodies reflected in it about each of the above-mentioned panorama image, The 2nd step which defines attribute information which shows sequence of nearness of distance from a view location which corresponds for every field divided at the 1st step of the above, Inside of a middle panorama image which will be generated from an image photoed and captured in a view location assumed on a segment which connects between a view location which was divided at the 1st step of the above, and which corresponds from an image of this field for every field, and view locations corresponding to other panorama images, Superposition composition is carried out in sequence that attribute information which the 2nd step of the above defined shows an image of a field generated at the 3rd step which generates an image of the same field as this field, and the 3rd step of the above, and it can have the 4th step which generates the above-mentioned middle panorama image.

[0020] Here, processing which generates the above-mentioned middle panorama image can have further the 5th step which fills up a pixel value of a pixel which this suffered a loss using a pixel value of a pixel located in the perimeter, when there is a pixel which suffered a loss in a middle panorama image generated at the 4th step of the above.

[0021] Thereby, an image of a field equivalent to each body can be independently transformed now. That is, even when using an image with which many bodies are intermingled, distortion which takes place when physical relationship of bodies changes does not occur, and a phenomenon in which image quality deteriorates by such extreme partial distortion can be prevented.

[0022] In addition, what is necessary is just to give a mask value of a proper to this field about each of a divided field, in order to distinguish this field and a field outside of it.

[0023] Moreover, processing which generates some new panorama images in an image generation method of this invention combining the above-mentioned partial image The 1st step which calculates an average lightness value of a pixel in this partial image about each of the above-mentioned partial image, Make it have the 2nd step which amends a pixel value of each pixel in this partial image about each of the above-mentioned partial image to a value which is in agreement with a mean value of an average lightness value which an average lightness value of a



pixel in this partial image calculated at the 1st step of the above, or The 1st step which calculates an average lightness value of a pixel in this partial image about each of the above-mentioned partial image, The 2nd step which amends a lightness value of a pixel located in the boundary section of these two partial images about each of a group of a partial image of two \*\*\*\*\* to a mean value of an average lightness value calculated at the 1st step of the above, The 3rd step which asks for difference with a lightness value after amending at a lightness value and the 2nd step of the above of this pixel about each of a pixel in the two above-mentioned partial images, A value whose effect of difference for which it asked at the 3rd step of the above about each of a pixel in the two above-mentioned partial images according to distance between pixels located in the above-mentioned boundary section decreases is calculated, and it can enable it to have the 4th step which adds a calculated value to a pixel value of this pixel.

[0024] Thereby, in case two or more partial images are combined, a joint of each partial image can be connected smoothly. That is, it can prevent an unnatural boundary occurring in a final output image.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0026] Drawing 3 is the block diagram showing the fundamental hardware configuration of the computer system which enforced the image generation method of this invention.

[0027] the inside of drawing, and 300 -- for a scanner and 330, as for a processor and 350, a camera and 340 are [ an image display device and 310 / a mouse and 320 / storage and 360 ] high speed buses.

[0028] In drawing 3 , a camera 330 may be for photoing a photographic subject and incorporating a static image or a dynamic image, and there is, or there are. [ two or more ] [ one ] Moreover, a scanner 320 is for incorporating a static image.

[0029] In addition, when the image captured with the camera 330 or the scanner 320 is digital data, this image is directly recorded on storage 350, but when it is analog data, after being changed into digital data through the A/D-conversion equipment which is not illustrated, it is recorded on storage 350.

[0030] Moreover, in drawing 3 , an image display device 300 is for displaying

the image captured with the camera 330 or the scanner 320, and the image generated by the image generation method of this invention.

[0031] In addition, since it is necessary to do an activity, looking at the target image in case an operator divides an image into two or more fields or a characteristic portion is matched between images so that it may mention later, the image generated in the activation process of the image processing for realizing the image generation method of this invention will also be displayed on an image display device 300.

[0032] Moreover, in drawing 3 , a mouse 310 is for an operator to input various directions, for example, in case an operator matches a characteristic portion between images, it serves as signal transduction data medium between a computer system and an operator.

[0033] Moreover, in drawing 3 , a processor 340 performs the image processing for realizing the image generation method of this invention using data and the program which are memorized by storage 350.

[0034] Moreover, in drawing 3 , a high speed bus 360 combines these the blocks of each, and serves to transmit data etc. mutually.

[0035] Drawing 4 is explanatory drawing showing the storing field secured in the storage region on storage 305.

[0036] The storing field 405 where the inputted image is stored in the storage region 400 on storage 350, the storing fields 410-445 where the image into which this was processed is stored, and the storing field 450 where the program is stored are secured.

[0037] In addition, the contents stored in each storing field are described with explanation of the image processing concerning this invention.

[0038] Drawing 1 is a flow chart which shows the processing outline of the image processing for realizing the image generation method of this invention.

[0039] Now, in the image processing concerning this invention, first, it is step 100 and an image is inputted.

[0040] In detail, the inputted image (input image) is stored in the storing field 405 (please refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350 at step 100.

[0041] Here, photography should be made, as an input image shall be the digital data photoed and incorporated with the digital camera and the center of the lens of a digital camera and the axis of rotation of the tripod of a digital camera were in agreement. And at step 100, the sequential input of two or

more images which changed, photoed and incorporated the sense of a digital camera for every fixed angle of rotation in the same location is carried out.

[0042] Moreover, at step 100, an image is inputted twice [ at least ]. That is, 2 sets of images which photoed respectively and were captured in at least two different locations are inputted.

[0043] Then, at step 105, about each of the group of the image inputted at step 100, two or more images belonging to this group are connected in order, and a wide angle-image (panorama image) with which the scene for 1 round centering on the camera station by the digital camera is reflected in the image of one sheet is generated.

[0044] In detail, at step 105, first, as shown in drawing 5 , the cylinder model 500 of a radius d (530) is assumed, the "photograph 1 (510)" which is the 1st input image is projected on this cylinder model 500, and "a photograph 1 (510)" is stuck on the surface of the cylinder model 500. The coordinate transformation equation in this case is expressed by (several 1).

[0045]

[Equation 1]

$$x' = d \cdot \sin(\text{atan}(x/d))$$

$$y' = y \cdot x'/x = y/x \cdot (d \cdot \sin(\text{atan}(x/d)) )$$

... (数1)

[0046] Here, x and y are the coordinates on the plane of "a photograph 1 (510)", and they are x' and a coordinate when projecting y' on the cylinder model 500. However, the projective center should be made into the center of gravity O of the cylinder model 500 (center of the medial axis 540 of the cylinder model 500), and the center of the longitudinal direction of "a photograph 1 (510)" shall be in contact with the surface of the cylinder model 500.

[0047] And also about the "photograph 2 (520)" which is the 2nd input image, the same projection as "a photograph 1 (510)" is performed, and "a photograph 2 (520)" is stuck on the surface of the cylinder model 500. At this time, "a photograph 2 (520)" and "a photograph 1 (510)" are the images with which only fixed angle of rotation changed, photoed and incorporated the sense of a digital camera, and as the portion to which the same scene is

reflected laps, "a photograph 2 (520)" is stuck.

[0048] Then, it is necessary to carry out the axis of rotation of a digital camera as [ be / in agreement with the medial axis 540 of the cylinder model 500 ], and to make angle of rotation of a digital camera into an angle to which the scene same in a \*\*\*\*\* image is reflected and, and the angle which sandwiches one image stuck on the surface of the cylinder model 500 needs to make the radius d of the cylinder model 500 (530) a value which is in agreement with the horizontal field angle of a digital camera.

[0049] Similarly, one panorama image is generable from 1 set of input images by sticking the 3rd input image, the 4th input image, and -- on the surface of the cylinder model 500 in order.

[0050] In addition, step 105 can be skipped if the dedicated device (for example, slit camera) for taking a photographic panorama can be used.

[0051] Moreover, although the panorama image is used as an image with which the scene for 1 round centering on the camera station by the digital camera is reflected in this invention, even if this range is a semicircle or a smaller range, it does not interfere.

[0052] Thus, at step 105, the panorama image in at least two different locations is generated respectively, and these generated panorama images are stored in the storing field 410 (please refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350.

[0053] Then, this panorama image is divided into the image (field image) of two or more fields at step 110 according to the body reflected in the scene about each of two or more panorama images generated at step 105.

[0054] In detail, step 110 is realizable by using the primary differential of an image, performing an alternative edge extract according to the directions which an operator inputs from a mouse 310, extending a boundary line, and surrounding a body in a closed region as stated to the "image segmentation method" given in JP,3-218581,A.

[0055] Furthermore, at step 110, the mask value for distinguishing this field image is given to each pixel in this field image about each of two or more divided field images, and two or more field images (mask image) after giving a mask value to the storing field 415 (refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350 are stored.

[0056] The panorama image 600 and size in every direction can be the same image, and this mask image can be data in which a mask value is shown

instead of the data (RGB data) of each pixel [ in / for the data which is each pixel / the panorama image 600 ], as shown in 610 of drawing 6 . [ as / each of that pixel of whose is the same data length (for example, 8 bits) as the data length of each pixel of the panorama image 600 ]

[0057] And as shown in drawing 6 , when the panorama image 600 is a panorama image generated from the group of an input image which took a photograph of the interior of a room on the spot, [ for example, ] "1" is given as a mask value corresponding to the field image 650 with which the door 630 is reflected. "2" is given as a mask value corresponding to the field image 655 with which the aperture 635 is reflected. "3" is given as a mask value corresponding to the field image 660 with which the front wall 640 is reflected. "4" is given as a mask value corresponding to the field image 665 with which the foliage plant 605 is reflected. "5" is given as a mask value corresponding to the field image 670 with which the wall 615 of a right hand is reflected, "6" is given as a mask value corresponding to the field image 645 with which the wall 690 of a left hand is reflected, and "7" is given as a mask value corresponding to the other field images 685.

[0058] Then, step 115 defines the attribute information showing the sequence of superposition composition on step 135 mentioned later to each of two or more field images divided at step 110.

[0059] Since the context has arisen in the location of the body reflected in it when generated from the image which the panorama image took a photograph of on the spot, step 115 defines the sequence which shows the nearness of the distance from the camera station of each body as attribute information.

[0060] And as further shown in drawing 6 , for every mask value given at step 110, the attribute table 620 for matching the attribute information 680 defined to the field image which gave this mask value is created, and the attribute table 620 created in the storing field 420 (refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350 is stored.

[0061] In addition, even if it is a different mask value, the attribute information on the same value is to be defined as the field image corresponding to the body with the same distance from a camera station in the attribute table 620 in the example shown in drawing 6 , since a different mask value for every field image is given, but if the same mask value is given to the field image corresponding to the body with the same distance from a

camera station, attribute information will not overlap.

[0062] Moreover, although the operator is made to perform division of a field, and the definition of attribute information, when it is a camera with the camera able to measure the depth information on the pixel value written in each element of the interior used for photography here, it is also possible for it to be made to perform division of a field and the definition of attribute information automatically from the measured depth information.

[0063] Then, at step 120 and step 125, each pixel in this field image is moved where to each of two or more field images divided at step 110, while defining how the whole panorama image is made distorted, you defined, and make it distorted and distortion is generated according to a way.

[0064] The method of specifying this portion matched between images by the segment can be used, and the amount of distortion of each pixel required since a distortion field is generated in an image is calculated based on each specified segment as you make it distorted and it is stated to "Feature-Based Image Metamorphosis" as the definition method of a way, for example. In addition, about the pixel which is not on the specified segment, that amount of distortion is computed according to the length of the foot of perpendicular given to the distance and the segment to each segment in the case of this count.

[0065] In detail now, at step 120 and step 125 First, an operator sets in the "panorama image 1 (700)" and the "panorama image 2 (710)" which are shown in drawing 7 . The storing field 430 (please refer to drawing 4 .) secured in the storage region on storage 350 when the segment 720, a segment 740 and a segment 725, a segment 745 and a segment 730, and the segment 750 were specified as a portion matched respectively The correspondence relation of the specified segment is stored.

[0066] In addition, it is desirable to match a panorama image and its camera station and to store in this storing field 430 further.

[0067] Then, movement vector D which is the amount of distortion of each pixel in this panorama image in the case of deforming into another panorama image from this panorama image is calculated by (several 2) about each of the "panorama image 1 (700)" and the "panorama image 2 (710)", and calculated movement vector D is stored in the storing field 425 (please refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350.

[0068] The set of movement vector D which this movement vector D was



expressed by the coordinate value on image space, made it actual in this way, and was calculated about each pixel will express the field of the distortion at the time of transforming an image.

[0069]

[Equation 2]

[0070] however, the vector to which P and Q make an end point the both ends of a segment 720 specified in "the panorama image 1 (700)", P', and Q -- ' -- Vector and X' to which the vector which makes an end point the both ends of a segment 740 specified in "the panorama image (710)", and X make an end point the location of the pixel in the "panorama image 1 (700)" which is the object which calculates movement vector D shows the vector which makes the location after moving X an end point.

[0071] Moreover, Perpendicular ( ) is the same length as the vector in ( ), and expresses a vector perpendicular to the vector in ( ). Moreover, the parameter expressed with the small letter expresses scalar quantity.

[0072] In addition, when there are two or more specified segments, the weight average of the location of the corresponding points decided from each segment is carried out. That is, it is made to set the value which <sup>\*\*</sup>(ed) the sum of the value  $W_i D_i$  which multiplied by the weight  $W_i$  which becomes so small that it becomes so large that the length of a segment is long and the distance to a segment becomes large at each movement vector  $D_i$  which asked for and asked for the movement vector  $D_i$  from each segment  $i$  by the sum of  $W_i$  to movement vector D. Movement vector D which can be found with this weighted mean can be expressed with (several 3).

[0073]

[Equation 3]

[0074] In addition, by previous reference,  $W_i$  which becomes settled by (several 4) is used.

[0075]

[Equation 4]

[0076] However, length is [ the distance to Segment i, and a, b and p of the length of Segment i and dist ] constants.

[0077] Thus, the processing which is made to generate the field of distortion and transforms an image is called "morphing."

[0078] In addition, there is a method of an image making it distorted and defining a way etc. by making it distorted and moving the lattice point stuck on the image to the definition method of a way. That is, all the lattice points on an image are defined as, for example, corresponding to the specific lattice point on image with a certain another lattice point. If it does so, all the points in an on-the-spot photo image (pixel) are movable with the transformation which carries out geometric conversion of the quadrangle surrounded in the four lattice points on an image at the quadrangle on a corresponding image. Furthermore, a high order type may express transformation so that it may be connected smoothly. Thus, the generation method of distortion is not limited to "morphing."

[0079] Then, the relative view location of the observer (an operator and the same person may also be another person objects.) when being based on the camera station by the digital camera at step 130 and the direction of a look which shows which direction the observer is looking at are inputted.

[0080] In detail, at step 130, while an operator can, for example, specify the location on the map displayed on the image display device 300 using a mouse 310 and displaying the image in a default location on an image display device 300, it moves forward to this default location, or assignment that it is suitable rightward can be carried out.

[0081] Then, a new panorama image is generated by carrying out superposition composition at step 135 according to the attribute information which defined each field image which transformed each of the field image divided at step 110, and deformed by step 115 based on the amount of distortion of each pixel computed at step 125 (movement vector D).

[0082] In addition, about the details of step 135, it mentions later using the

flow chart shown in drawing 2 .

[0083] Finally, the new panorama image generated at step 135 is expressed to an image display device 300 as step 140.

[0084] Drawing 2 is a flow chart which shows detailed processing of step 135.

[0085] As shown in drawing 2 , at step 200 (it is equivalent to step 130 of drawing 1 .), the relative view location of the observer when being based on the camera station by the digital camera and the direction of a look which shows which direction the observer is looking at are inputted.

[0086] Of course, instead of the relative view location of the observer when being based on a camera station A Y-axis is set as the straight line which intersects perpendicularly with the X-axis and its straight line the straight line which connects two camera stations, for example although the absolute coordinate of a camera station and the absolute coordinate of an observer's location may be made to be inputted. As an X shaft-orientations component The internal ratio on the segment which connects two camera stations can be taken, and the movement magnitude of Y shaft orientations can be inputted as a Y-axis component by the relative distance which set distance between camera stations to "1."

[0087] Moreover, although bearing of north, south, east and west may be inputted about the direction of a look, the method of the input of what times on the basis of the direction which has the specified substance, such as television, for example as it is an indoor case is also possible from there.

[0088] Now, at least two panorama images are now generated by step 105 of drawing 1 . Furthermore, the amount of distortion of each pixel for being involved one side, while deforming about these two panorama images, by step 125 of drawing 1 , (movement vector D) is computed.

[0089] So, at step 135, it is determined by making which internally dividing point into the mid-position whether the panorama image (middle panorama image) in this mid-position should be generated among the internally dividing points on the segment which connects with step 205 first two camera stations where two panorama images were obtained respectively.

[0090] The decision of this mid-position is realizable by assigning at equal intervals according to the information which shows first the angle of visibility defined beforehand on the segment which connects two camera stations where two panorama images were respectively obtained in the mid-position of the number which determined the number of the

mid-position, then was determined.

[0091] For example, as shown in drawing 8 , when using the panorama image in a camera station 800 as "the panorama image 1" and using the panorama image in a camera station 810 as "the panorama image 2", The middle panorama image in the mid-position 820 supposing the mid-position 820 on the segment 830 which connects two camera stations 800,810 is determined (it is the panorama image which will be obtained when a digital camera is in the mid-position 820.) It is generable from two panorama images, the "panorama image 1" and the "panorama image 2."

[0092] Moreover, for example, the panorama image 700 is the "panorama image 1" in a camera station 800, the panorama image 710 is the "panorama image 2" in a camera station 810 in drawing 9 , and the panorama image 900 is a middle panorama image in the mid-position 820. Here, the example whose determined mid-position 820 is the middle point of a segment to which between the location of the door 910 in the panorama image 700 and the locations of the door 920 in the panorama image 710 is connected is shown, and as the location of the door 930 in the middle panorama image 900 becomes in the middle of the location of the door 910 in the panorama image 700, and the location of the door 920 in the panorama image 710, the middle panorama image 900 is generated.

[0093] Then, it determines from the information which shows the angle of visibility which appointed beforehand the range displayed on an image display device 300 among the panorama images (that is, it is the new panorama image which should be generated.) which will be obtained when a digital camera is in the view location inputted at step 200 at step 210.

[0094] It is because it is more efficient to generate only the portion equivalent to the display rectangle of a new panorama image since the range which can be displayed at a time is restricted to the image display device 300 among the generated new panorama images even if this generated the middle panorama image in the mid-position determined at step 205 and it generated a new panorama image based on these middle panorama images.

[0095] Then, at step 215, first, the middle panorama image in the mid-position determined at step 205 is generated, and about each of the generated middle panorama image, in order to generate the new panorama image of the display rectangle determined at step 210, the image of which sense of these middle panorama images asks for whether it is necessity.

[0096] In addition, the amount of distortion for generating a middle panorama image can be calculated from movement vector D according to the mid-position.

[0097] Moreover, in case a middle panorama image is generated, the field image divided at step 110 of drawing 1 is transformed based on the amount of distortion, and it is made to carry out superposition composition in the sequence according to the attribute information which defined the field image after deformation by step 115 of drawing 1 . That is, since the attribute information on such a small value that it is close to a digital camera is defined, the value of attribute information puts the field image after deformation here on descending, i.e., the order which exists far away.

[0098] For example, as shown in drawing 10 , in order to newly generate the panorama image 1005 which is the panorama image 1005 in a location 1000, and turned to the direction of the front, suppose that the middle panorama image in the mid-position 1030-1060 is generated besides the panorama image 700 in a camera station 1010, and the panorama image 710 in a camera station 1020.

[0099] It turns out that expansion processing can be carried out and the image of the portion which is equivalent to the sense 1070 among the panorama images 1005 in a location 1000 by using the optical property "the same direction 1070 in a location 1010 can also observe the scene which is visible to the sense 1070 in a location 1000" here can generate the image of the portion equivalent to the sense 1070 of the panorama images 700. That is, about the panorama image 700, it turns out that it is required in order that the image of the portion equivalent to the sense 1070 may generate the panorama image 1005 in a location 1000.

[0100] Similarly, respectively, if the image of the portion equivalent to the sense to the panorama image 1005 in a location 1000 is expanded for a suitable scale factor, the panorama image 1005 in a location 1000 is generable also about the other panorama image 1020 and the other middle panorama images 1030-1060, in false.

[0101] Theoretically, since it is only one, only a number with the considerable panorama image which becomes a radical is needed, but even if the location on the panorama image whose sense corresponds makes the image of the field of the shape of a strip of paper with a certain amount of width of face correspond to this sense, it is satisfactory practically. Of course, the middle

panorama image in the mid-position is not what was restricted to four, if a large number, the generated panorama image will become a thing near an actual scene a certain forge fire, and the image quality when connecting the image of a strip-of-paper-like field also becomes good.

[0102] The image for which it asks at step 215 then, in fact At step 220 which is the image (strip-of-paper-like field image) of a strip-of-paper-like field, makes, and continues The storing field 435 (please refer to drawing 4 .) which cut off the strip-of-paper-like field image for which it asked at step 215, and was secured in the storage region 400 on storage 350 about each of the middle panorama image generated at step 215 The cut-off strip-of-paper-like field image is stored.

[0103] In addition, expansion processing of a scale factor with this behind suitable strip-of-paper-like field image is performed.

[0104] For example, as shown in drawing 11 , when setting distance between two camera stations to  $2L$  and preparing the mid-position of  $n$  pieces at equal intervals between them, the distance between the \*\*\*\*\* location 1040 and 1050 is expressed with  $l=2L/(n+1)$ .

[0105] Thus, when assuming that the middle panorama image is arranged at every distance  $l$ , The panorama image 1005 in a location 1000 is divided like the strip-of-paper-like fields 1120-1150. The image of each strip-of-paper-like field about the strip-of-paper-like field 1120 It generates from the strip-of-paper-like field image cut out of the panorama image 700 in a location 1010. About the strip-of-paper-like field 1130 It generates from the strip-of-paper-like field image cut out of the middle panorama image in the mid-position 1030. About the strip-of-paper-like field 1140 It can generate from the strip-of-paper-like field image cut out of the middle panorama image in the mid-position 1040, and can generate about the strip-of-paper-like field 1150 from the strip-of-paper-like field image cut out of the middle panorama image in the mid-position 1050.

[0106] As mentioned above, by step 220 from each of a panorama image and a middle panorama image Since the strip-of-paper-like field image required in order to generate the portion equivalent to the display rectangle of the panorama image determined at step 210 is cut off, at continuing step 230 By arranging these strip-of-paper-like field images in order, it is a new panorama image (it is a portion equivalent to a display rectangle in fact.). The storing field 440 (please refer to drawing 4 .) which generated and was

secured in the storage region 400 on storage 350 The generated new panorama image is stored. In addition, it is made to perform expansion processing of the suitable scale factor for each strip-of-paper-like field image to coincidence at this time.

[0107] As shown in drawing 12 , in order to generate the new panorama image 1005 in a location 1220 now, the strip-of-paper-like field image which the strip-of-paper-like field image cut out of the panorama image 700 in a location 1230 is the strip-of-paper-like field image 1120, and cut out from the panorama image 1050 in a location 1240 presupposes that it is the strip-of-paper-like field image 1150.

[0108] The sense to the new panorama image 1005 the panorama image 1050 Although it is the panorama image which is in agreement with the direction of a look in a location 1220, therefore both three locations 1220, 1230, and 1240 will be located at three top-most vertices which make a location 1240 the right angle top-most vertices of a right triangle Here, the distance between a location 1230 and a location 1240 is  $L1$ , and suppose that the distance between a location 1240 and a location 1220 is  $L2$ .

[0109] Furthermore, when the strip-of-paper-like field image 1150 expands some panorama images 1050 by  $S$  times, the strip-of-paper-like field image 1120 should just expand some panorama images 700 by scale-factor  $S'$  of (several 5).

[0110]

[Equation 5]

[0111] Here, the value becomes large, so that the value of  $S$  is defined according to the movement magnitude to the view location inputted at step 130 from the current view location and movement magnitude becomes large.

[0112] Finally, inverse transformation of (several 1) is performed to a new panorama image at step 235, a new panorama image is returned to the usual image by projecting on a view plane, and the image (projection image) returned to the storing field 445 (refer to drawing 4 .) secured in the storage region 400 on storage 350 is stored.

[0113] Furthermore, the scene when changing a view into a user can be shown by transmitting this projection image to an image display device 300.

[0114] As explained above, according to the operation gestalt of this invention, the image which will be obtained when a photograph is taken in the assumed camera station using two or more images which photoed respectively and were captured in a different camera station is newly generable.

[0115] Furthermore, in this case, one body was not only observed from various views, but some bodies are reflected to the image, and even when those physical relationship interchanges with an image, an image without sense of incongruity can be generated.

[0116] Moreover, if there are at least two panorama images in a camera station which is different according to the operation gestalt of this invention, view modification in walk-through etc. is realized and the inside of the plane near a camera station can be observed to compensate for interactive actuation.

[0117] therefore , without need the special equipments ( a metering device and the migration equipment of a camera parameter ) which needed the image a photograph of be took on the spot with the conventional technology in virtual reality systems , such as a presentation system used as the base , view modification in walk-through etc. be realize and it become possible to observe the image in various view locations .

[0118] If the middle panorama image generated at step 215 is stored in storage 350, in case another panorama image will newly be generated after next time, this is used and it becomes unnecessary in addition, to regenerate in the operation gestalt explained above about the middle panorama image which already generates and is stored.

[0119] Moreover, even if it does not generate the whole middle panorama image, you may make it generate only the portion (middle panorama image of a range required in order to generate the portion equivalent to the display rectangle of a new panorama image) equivalent to a strip-of-paper-like field image in the operation gestalt explained above, although the whole middle panorama image used as the radical which cuts off a strip-of-paper-like field image is generated.

[0120] The \*\* which does not actually generate the middle panorama image in the mid-position determined at step 205 of drawing 2 at step 215 of drawing 2 in doing in this way, In order to generate the new panorama image of the display rectangle determined at step 210 of drawing 2 about



each of this middle panorama image While the image (strip-of-paper-like field image) of which sense of these middle panorama images asks for whether it is necessity, the field image and the amount of distortion which are needed in order to generate the strip-of-paper-like field image for which it asked are chosen.

[0121] And the strip-of-paper-like field image which are some middle panorama images in the mid-position determined at step 205 of drawing 2 is generated at step 220 of drawing 2 using the field image and the amount of distortion which were chosen at step 215 of drawing 2 .

[0122] In addition, although it can realize by transforming the field image chosen at step 215 of drawing 2 based on the amount of distortion chosen at step 215 of drawing 2 in case a strip-of-paper-like field image is generated, it is made to carry out superposition composition of the field image after deformation in the sequence according to the attribute information which step 115 of drawing 1 defined like \*\*\*\* at this time.

[0123] Furthermore, the operation gestalt explained above can be used for various presentation systems, such as a walk-through system in a residence, and a travel experience system.

[0124] For example, in using for the walk-through system in a residence, it generates two or more panorama images from two or more images which photo the inside of a residence in many camera stations, and were beforehand captured in each camera station at this time. And while an operator divides each generated panorama image into two or more fields and gives attribute information, these panorama images are matched using a segment.

[0125] Since the front preparation for using the walk-through system in a residence is completed by performing the process so far, an operator will input the view location and the direction of a look of a customer in front of the customer who is an observer, if front preparation is completed.

[0126] By this, a middle panorama image will be generated from the panorama image currently generated with front preparation, a strip-of-paper-like field image will be cut out from the generated middle panorama image and the panorama image already generated, and the new panorama image according to the view location and the direction of a look in which these strip-of-paper-like field images were put together and inputted will be generated further. Since the portion in which the generated new

panorama image is equivalent to the display rectangle at an image display device 300 is displayed, a customer only looks at the contents of a display of an image display device 300, and becomes possible [ observing the same scene as the scene observed while he is actually walking along the inside of a residence ].

[0127] By the way, in the operation gestalt explained above, it is still more desirable to perform processing which adjusts the color tone of a strip-of-paper-like field image so that it may state below.

[0128] Drawing 13 is explanatory drawing showing the processing which generates a new panorama image combining the strip-of-paper-like field image generated respectively from two or more panorama images and middle panorama images.

[0129] In drawing 13 , 1300, 1305, and 1310 are the strip-of-paper-like field images generated from the separate panorama image or the middle panorama image respectively.

[0130] Generally, if the average lightness of two or more fields is independent, therefore each strip-of-paper-like field image is put in order as it is as shown in drawing 13 , the boundary section will look clearly.

[0131] Then, since the lightness of the boundary section is connected smoothly, it is made to perform processing which adjusts the color tone of a strip-of-paper-like field image.

[0132] As shown in the graph of drawing 13 , namely, the lightness average of each pixel in the strip-of-paper-like field image 1300 It will come, supposing it is the value shown in 1325, the lightness average of each pixel in the strip-of-paper-like field image 1305 is a value shown in 1330 and the lightness average of each image in the strip-of-paper-like field image 1310 is a value shown in 1335. While two strip-of-paper field images amend the pixel value of the pixel located in the \*\*\*\*\* boundary section to the mean value of these lightness averages The pixel value of the pixel located near the boundary section is amended so that it may become the lightness value which the strip-of-paper-like field image originally had smoothly, as it keeps away from the boundary section.

[0133] By performing such processing, it can prevent an unnatural boundary occurring in the panorama image and the final output image which were generated.

[0134] Moreover, in the operation gestalt explained above, it is desirable to

perform processing which fills up the deficit section which happens when generating a middle panorama image further so that it may state below.

[0135] Drawing 14 is the deficit section which happens when generating a middle panorama image from two panorama images, and explanatory drawing showing the processing which fills up this deficit section.

[0136] Now, the case where the middle panorama image in the mid-position 1420 is generated is considered from two panorama images generated from two or more images which photoed respectively and were captured in two locations 1415 and 1425. A place hides and is not visible to a body 1410 from a location 1415, and the body 1430 which exists in the scene used as the candidate for photography does not hide and have it from a location 1425.

[ visible to a body 1405 ] Since the image of the body 1430 which has not been reflected to \*\* and the image photoed and captured in which locations 1415 and 1425, either can interpolate two panorama images and cannot make them if it is \*\*, the portion serves as the deficit section.

[0137] Then, the processing which fills up the deficit section produced in such a reason is explained using the flow chart of drawing 14 .

[0138] First, the deficit section is detected at step 1440. If decision whether the deficit arose or not stands the bit of the field when the field which assigned 1 bit is prepared for each pixel with an object image and the same size and a value is written in each pixel, it can make judgment that the pixel the bit does not stand is the deficit section.

[0139] Then, at step 1445, the pixel located in the perimeter of the deficit section is investigated, by step 1450, the concentration value of the pixel which should be filled up is calculated and the deficit section is restored from the pixel value of the pixel investigated at step 1445.

[0140] Then, the pixel set as the object of recoverability is moved at step 1455. For example, the location of an object pixel is moved so that it may become clockwise about deficit section inner circumference. Processing is ended, when return and all the deficit sections are filled up by step 1445 in order to repeat these processings until the deficit section is lost.

[0141] By performing such processing, the deficit section which happens when generating a middle panorama image can be filled up.

[0142] Moreover, in the operation gestalt explained above, it becomes possible by using a table to perform processing which projects a panorama image on a plane at step 235 of drawing 2 at a high speed so that it may state

below.

[0143] Drawing 15 is explanatory drawing showing the table used in order to perform processing which projects a panorama image on a plane at a high speed.

[0144] As shown in drawing 15, this table 1500 consists of a pixel location (x y) 1520 whether the data corresponding to this pixel should be read from the pixel of the panorama image 1510 throat during projection about each of the pixel of the image after projection (it is the image displayed on an image display device 300.).

[0145] The high-speed projection to a plane is attained by using this table 1500, without carrying out geometric count.

[0146] Moreover, although the cylinder model 500 is used in order to generate a panorama image, you may make it use a ball model in the operation gestalt explained above, so that it may state below.

[0147] Drawing 16 is explanatory drawing showing the geometric conversion at the time of projecting a photograph on a ball model, turns one image (photograph) 1600 to the center 1620 of a ball, and projects it on the ball surface 1610.

[0148] When the cylinder model 500 shown in drawing 5 was used, the axis of rotation of a digital camera had to be made in agreement with the medial axis 540 of the cylinder model 500, but if it fixes even the center of a digital camera in using a ball model, the image photoed with the free sense can be stuck.

[0149] Thus, if the image projected on the ball model is used instead of the panorama image mentioned above, it can change the sense of a look in the vertical direction, and the sense of a look is not only horizontally movable, but can see to it.

[0150] Moreover, in the operation gestalt explained above, in case a new panorama image is generated so that it may state below, by photography, it is using properly the color value and the color value of a middle panorama image which were actually acquired, and the image quality after generation can be improved.

[0151] Since the same pixel as the panorama image generated from the actually photoed image may exist in the new panorama image after generation even if it is the portion generated from the strip-of-paper-like field which cut out from the middle panorama image and was expanded

About such a pixel, if the original color value is reproduced using the color value of the pixel of a panorama image, the image quality of the new panorama image after generation can be improved.

[0152] In case drawing 17 generates a new panorama image, it is explanatory drawing showing how to use properly the color value and the color value of a middle panorama image which were acquired by photography.

[0153] The table 1710 is matched with each of the pixel of the panorama image 1700 as shown in drawing 17 . The value theta of the sense is recorded the red from whom this table 1710 serves as a color value, green, the component values R, G, and B of a blue color, the absolute location (x y) of the center of the digital camera at the time of photography, and on a two-dimensional plane.

[0154] Then, in case a new panorama image is generated, when there is a pixel from the value of this x, and y and theta, that color value can be sampled.

[0155] In addition, the table 1710 shows the data structure in the case of using the cylinder model 500, and comes to show the data structure in the case of using a ball model in a table 1720.

[0156] Moreover, in the operation gestalt explained above, in case a new panorama image is generated, he is trying to stick the strip-of-paper-like field image generated from the panorama image and the middle panorama image, but a new panorama image can be automatically generated from two or more panorama images currently prepared beforehand so that it may state below.

[0157] Drawing 18 is explanatory drawing showing the structure for generating a new panorama image automatically from two or more panorama images currently prepared beforehand.

[0158] In drawing 18 , 1800 is a table for matching the coordinate on the imagination camera station where the new panorama image which should be generated will be obtained, and the imagination map showing an observer's successive range (x y), and the panorama image 1810 divided into two or more field images is respectively matched with the coordinate on this map (x y).

[0159] This panorama image 1810 is beforehand divided into two or more field images like "field 1 (1820)" - "a field 4 (1840)", and attribute data 1850-1880 is further matched with each field image.

[0160] For example, about which panorama image of two or more panorama images prepared beforehand, which range in this panorama image is expanded to "a field 1 (1820)" with what kind of dilation ratio, and the attribute data 1850-1880 in which it is shown what kind of color correction should be performed is matched with it.

[0161] If the imagination camera station where the new panorama image which should be generated will be obtained by this is decided, a desired panorama image can newly be automatically generated from two or more panorama images prepared beforehand.

[0162] In addition, two or more panorama images prepared beforehand may be panorama images generated from the image which all actually photoed and captured, and may be the panorama image generated from the actually photoed image which was captured, and a middle panorama image generated from these.

[0163] Furthermore, if in the case of the former a photograph is taken to coincidence in two or more camera stations and a panorama image is captured using the slit camera etc., it becomes possible to generate a new panorama image in parallel to photography, and even if the panorama image to capture is a dynamic image, it will become possible immediately to make a new panorama dynamic image.

[0164]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the image which will be obtained when a photograph is taken in the assumed camera station using the image which photoed respectively and was captured in at least two different camera stations is newly generable.

[0165] Furthermore, in this case, one body was not only observed from various views, but some bodies are reflected to the image, and even when those physical relationship interchanges with an image, an image without sense of incongruity can be generated.

[0166] Moreover, if there are at least two panorama images in a camera station which is different according to this invention, view modification in walk-through etc. is realized and the inside of the plane near a camera station can be observed to compensate for interactive actuation.

[0167] therefore , without not need the special equipments ( a metering device , migration equipment , etc. ) which needed the image a photograph of be took on the spot with the conventional technology in virtual reality

systems , such as a presentation system used as the base , or prepare many images needed with the conventional technology , view modification in walk-through etc. be realize and it become possible to observe the image in various view locations .

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The flow chart showing the processing outline of the image processing for realizing the image generation method of this invention.

[Drawing 2] The flow chart showing detailed processing of step 135 of drawing 1 .

[Drawing 3] The block diagram showing the fundamental hardware configuration of the computer system which enforced the image generation method of this invention.

[Drawing 4] Explanatory drawing showing the storing field secured in the storage region on storage.

[Drawing 5] Explanatory drawing at the time of generating a panorama image from 1 set of images.

[Drawing 6] Explanatory drawing showing the structure of a mask image and an attribute table.

[Drawing 7] Explanatory drawing at the time of matching two panorama images using a segment.

[Drawing 8] Explanatory drawing at the time of making a middle panorama image.

[Drawing 9] Explanatory drawing showing the property of a middle panorama image.

[Drawing 10] Explanatory drawing at the time of generating the new panorama image which will be obtained in the location which is not on the segment which connects a camera station.

[Drawing 11] Explanatory drawing showing the relation between a panorama image and a middle panorama image, and the new panorama image generated from these.

[Drawing 12] Explanatory drawing showing the image deformation processing at the time of generating a new panorama image from a panorama image and a middle panorama image.

[Drawing 13] Explanatory drawing having shown the processing which generates a new panorama image combining the strip-of-paper-like field image generated respectively from two or more panorama images and middle panorama images.

[Drawing 14] The deficit section which happens when generating a middle panorama image from two panorama images, and explanatory drawing showing the processing which fills up this deficit section.

[Drawing 15] Explanatory drawing showing the table used in order to perform processing which projects a panorama image on a plane at a high speed.

[Drawing 16] Explanatory drawing showing the geometric conversion at the time of projecting a photograph on a ball model.

[Drawing 17] Explanatory drawing showing how to use properly the color value and the color value of a middle panorama image which were acquired by photography in case a new panorama image is generated.

[Drawing 18] Explanatory drawing having shown the structure for generating a new panorama image automatically from the panorama image in two or more camera stations.

[Description of Notations]

300 [ -- Camera, ] -- An image display device, 310 -- A mouse, 320 -- A scanner, 330 340 [ -- Storage region, ] -- A processor, 350 -- Storage, 360 -- A high speed bus, 400 405 -- An input image storing field, 410 -- A panorama image storing field, 415 -- Mask image storing field, 420 [ -- A strip-of-paper-like field image storing field 440 / -- A new panorama image storing field, 445 / -- A projection image storing field, 450 / -- Program storage area. ] -- An attribute table storing field, 425 -- A movement vector storing field, 430 -- A correspondence relation storing field, 435